



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

TEMA DE TESIS:

“Propuesta del diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo para la empresa Cooperera Ltda.”

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA.**

AUTORES:

Ana Valeria Banegas Orellana
Lourdes Mikaela Idrovo León

DIRECTOR:

Ing. Servio Rodrigo Astudillo Segovia

CUENCA – ECUADOR
2013



RESUMEN

Este trabajo plantea el diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo estableciendo condiciones adecuadas de temperatura durante todo este proceso, para asegurar la cadena de frío que las carnes deben mantener para prolongar su conservación, un buen manejo de las mismas para garantizar su calidad, los equipos y ropa de trabajo adecuada para las condiciones en las que los operarios realizan su actividad.

También se realizaron visitas a Coopera Ltda., para observar sus procesos, entrevistar a sus trabajadores, obtener datos de las cantidades de carnes procesadas, realizamos la inspección de la nave industrial la cual está destinada para el área de categorización de las carnes, conocimos su estado, ubicación, tamaño, y determinamos la mejor ubicación del área de categorización.

Con los datos recopilados se determinó la cantidad de carne que se espera procesar en la nueva planta para cubrir la demanda que se generará, el tamaño de los cuartos fríos cuyas dimensiones están basadas en la cantidad de carne necesaria para cubrir la demanda y los cálculos del sistema de refrigeración, es decir, la potencia de para los compresores con los que se determinan los equipos para el sistema de refrigeración que asegurará que la carne alcance la temperatura adecuada.

El diseño de las cámaras de refrigeración y materiales propuestos para estas marcan un referente de como una planta de este tipo puede cumplir con una condición esencial en el procesamiento de carnes asegurando las condiciones óptimas de temperatura.

Palabras claves: Categorización de carnes, Sistema de refrigeración, Cuartos fríos, Compresor.



ABSTRACT

This paper presents the design and equipment of an area for the categorization of beef, pork, and chicken under appropriate temperature settings throughout this process in order to ensure the cold chain that meat must maintain to extend its preservation, as well as appropriate handling to ensure their quality, and appropriate equipment and uniforms because of the conditions in which workers perform their duties to provide them a safe workplace.

In order to fulfill the above duties, we conducted an inspection of the warehouse meant for the area of categorization of meat; we examined its status, location, and size, and finally, we could determine the best location for the area of categorization.

With the data collected, we could establish the following aspects: the amount of meat that is expected to be processed at the new plant in order to meet the new demand that will eventually be generated, the size of cold rooms, whose dimensions are based on the amount of meat required to meet the new demand and the calculations of the cooling systems, that is, the power of compressors which determine the equipment for such systems; this will ensure that the meat can reach a proper temperature range.

The design of cooling chambers and its materials represents a model in regard to how a plant of this type can meet the conditions for meat processing with optimal temperature conditions.

Keywords: Categorization of meat, Cooling Systems, Cold Rooms, Compressors.



Índice general

Resumen	2
Abstract	3
Índice general	4
Índice de figuras	9
Índice de tablas	10
Índice de ilustraciones	12
Índice de diagramas	14
Índice de planos	15
Introducción	20
CAPITULO 1	21
1. CONTENIDO TEÓRICO	21
1.1. El ciclo de refrigeración por compresión de vapor	21
1.1.1. Evaporador	22
1.1.2. Compresor	22
1.1.3. Condensador	22
1.1.4. Válvula de Expansión	23
1.1.5. Refrigerante	23
1.2. Instalaciones	24
1.2.1 “Artículo 6. Diseño y construcción	24
1.2.2. Artículo 7. Sistemas de drenajes	26
1.2.3. Artículo 8. Ventilación	27
1.2.4. Artículo 9. Iluminación	27
1.2.5. Artículo 10. Instalaciones sanitarias	28
1.2.5.1. Baños y vestidores	28
1.2.5.2. Filtros sanitarios	29
1.2.6. Artículo 25. Cuartos de refrigeración, congelación y almacenamiento ...	30
1.2.6.1. Requisitos de las instalaciones	30
1.2.7. Artículo 26. Área de desposte	30
1.2.7.1. Requisitos de las instalaciones	31
1.3. Instrumentos de trabajo, utensilios	31
1.3.1. Instrumentos de trabajo	31



1.3.1.1. Cuchillos	31
1.3.1.1.1. Partes del cuchillo	32
1.3.1.1.2. Clases de cuchillos.....	32
1.3.1.1.3. Funda del cuchillo	33
1.3.1.2. Cuchillas y hachas	33
1.3.1.2.1. Cuchillas.....	33
1.3.1.2.2. Hachas	34
1.3.1.3. Sierras	34
1.3.1.3.1. Sierras eléctricas de mano.....	35
1.3.1.4. Cuidados y conservación de los instrumentos de trabajo	35
1.3.1.5. Peligros de accidente en el manejo de los instrumentos de trabajo	35
1.3.2. Utensilios	37
1.3.2.1. Recipientes.....	37
1.3.2.2. Pallets.....	38
1.3.2.3. Base con ruedas	39
1.3.2.4. Mesas	39
1.3.2.5. Ganchos	40
1.3.2.6. Ropa de trabajo.....	40
CAPITULO 2.....	42
2.1. Sistema de despiece y clasificación de la carne.....	42
2.1.1. Sistema de despiece del pollo y cortes.....	42
2.1.1.1. Sistema de despiece	42
2.1.1.2. Cortes del pollo	42
2.1.1.2.1. Cuartos delanteros	43
2.1.1.2.2. Cuartos traseros.....	43
2.1.2. Sistema de desarme y cortes del cerdo.....	43
2.1.2.1. Sistema de desarme	43
2.1.2.2. Cortes del cerdo	44
2.1.2.2.1. Papada	45
2.1.2.2.2. Cinta de lomo	45
2.1.2.2.3. Magro de cuello.....	46
2.1.2.2.4. Costillar.....	46



2.1.2.2.5. Chuleta	46
2.1.2.2.6. Solomillo	47
2.1.2.2.7. Panceta	47
2.1.2.2.8. Paletilla o paleta	47
2.1.2.2.9. Jamón	48
2.1.2.2.10. Codillo	48
2.1.2.2.11. Manos	48
2.1.2.2.12. Rabo	49
2.1.3. Sistema de desarme de la res y cortes	49
2.1.3.1. Cuarto trasero	50
2.1.3.2. Cuarto delantero	58
 CAPITULO 3	 64
3.1. Calculo del tamaño y equipamiento de los cuartos fríos	64
3.1.1. Distribución de los cuartos fríos dentro de la planta	64
3.1.1.1. Datos proporcionados en el Centro de Acopio Coopera Ltda	64
3.1.1.2. Proyección de la demanda actual de carne	65
3.1.1.3. Tamaño de los cámaras	65
3.1.1.3.1. Tamaño de la cámara de refrigeración para Pollo	66
3.1.1.3.2. Tamaño de la cámara de refrigeración para Carne de Cerdo	68
3.1.1.3.3. Tamaño de la cámara de refrigeración para Carne de Res	68
3.1.1.3.4. Tamaño de los cuartos climatizados para despiece	74
3.1.1.3.5. Tamaño de la cámara de refrigeración para Producto Terminado ...	76
3.1.2. Equipamiento de los cuartos climatizados	79
 CAPÍTULO 4	 85
4.1. Cálculo del sistema de refrigeración	85
4.1.1. Cálculo de la potencia del compresor para las cámaras de refrigeración	85
4.1.1.1. Cámara de refrigeración de pollo	93
4.1.1.1.1. Cálculo del calor liberado por los pollos	93
4.1.1.1.1.1. Cálculo de la masa total de las canales	93
4.1.1.1.1.2. Cálculo del flujo calórico de las canales	93



4.1.1.1.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	94
4.1.1.1.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.	94
4.1.1.1.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	96
4.1.1.1.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	97
4.1.1.1.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	97
4.1.1.1.7. Cálculo de la potencia del compresor.....	98
4.1.1.1.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	98
4.1.1.1.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	98
4.1.1.1.7.3. Cálculo del trabajo de compresor W_{1-2}	98
4.1.1.2. Cuarto climatizado para despiece de pollo	99
4.1.1.2.1. Cálculo del calor liberado por el aire.....	99
4.1.1.2.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire.....	100
4.1.1.2.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	100
4.1.1.2.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	100
4.1.1.2.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	102
4.1.1.2.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	102
4.1.1.2.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	104
4.1.1.2.7. Cálculo de la potencia del compresor.....	104
4.1.1.2.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	104
4.1.1.2.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	104
4.1.1.2.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	104
4.1.1.3. Cámara de refrigeración para cerdo	105
4.1.1.3.1. Cálculo del calor liberado por las canales	105
4.1.1.3.1.1. Cálculo de la masa total de las canales.....	106
4.1.1.3.1.2. Cálculo del flujo calórico de las canales	106
4.1.1.3.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	106
4.1.1.3.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	107
4.1.1.3.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	108
4.1.1.3.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	109
4.1.1.3.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	110
4.1.1.3.7. Cálculo de la potencia del compresor.....	110
4.1.1.3.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	110



4.1.1.3.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	110
4.1.1.3.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	110
4.1.1.4. Cuarto climatizado para despiece de cerdo.....	111
4.1.1.4.1. Cálculo del calor liberado por el aire.....	111
4.1.1.4.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire.....	112
4.1.1.4.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	112
4.1.1.4.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	113
4.1.1.4.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	114
4.1.1.4.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	115
4.1.1.4.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	115
4.1.1.4.6.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	116
4.1.1.4.6.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	116
4.1.1.4.6.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	116
4.1.1.5. Cámara de refrigeración para res	117
4.1.1.5.1. Cálculo del calor liberado por las canales	117
4.1.1.5.1.1. Cálculo de la masa total de las canales.....	117
4.1.1.5.1.2. Cálculo del flujo calórico de las canales	118
4.1.1.5.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	118
4.1.1.5.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	118
4.1.1.5.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	120
4.1.1.5.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	121
4.1.1.5.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	122
4.1.1.5.7. Cálculo de la potencia del compresor.....	122
4.1.1.5.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	122
4.1.1.5.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	122
4.1.1.5.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	122
4.1.1.6. Cuarto climatizado para despiece de res.....	123
4.1.1.6.1. Cálculo del calor liberado por el aire.....	123
4.1.1.6.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire.....	124
4.1.1.6.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	124
4.1.1.6.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	125
4.1.1.6.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	126



4.1.1.6.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	127
4.1.1.6.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	128
4.1.1.6.7. Cálculo de la potencia del compresor	128
4.1.1.6.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	128
4.1.1.6.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	128
4.1.1.6.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	128
4.1.1.7. Cámara de refrigeración de producto terminado	129
4.1.1.7.1. Cálculo del calor liberado por la carne	129
4.1.1.7.1.1. Para el pollo	129
4.1.1.7.1.2. Para el cerdo	130
4.1.1.7.1.3. Para la res	131
4.1.1.7.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores	132
4.1.1.7.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes	132
4.1.1.7.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo	135
4.1.1.7.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación	136
4.1.1.7.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación	136
4.1.1.7.7. Cálculo de la potencia del compresor	136
4.1.1.7.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}	136
4.1.1.7.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref}	136
4.1.1.7.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2}	137
4.1.1.8. Cálculo del efecto frigorífico	138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	142
REFERENCIAS	144
ANEXOS	147
ANEXO 1. PLANO DE LA NAVE INDUSTRIAL	148
ANEXO 2. FICHA TECNICA R404A	149



Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	21
Figura 2. Hacha y partes de una hacha	34
Figura 3: Cortes principales del cerdo	44
Figura 4. Cortes principales de la canal de res	49
Figura 5. Ubicación de los cortes en la cara externa e interna del cuarto trasero de la canal. a) Cara externa; b) Cara interna	51
Figura 6. Ubicación de los cortes en la cara externa e interna del cuarto delantero de la canal. a) Cara externa; b) Cara interna	59
Figura 7. Distribución de gavetas: a) Vista transversal, b) Vista frontal	67
Figura 8. Distribución de la carga sobre la viga de acero	70
Figura 9. Cámara de refrigeración para Cerdo	73
Figura 10. Cámara de refrigeración para Res.....	74
Figura 11. Cuartos climatizados para despiece. a) Pollo; b) Cerdo; c) Res	75
Figura 12. Cámara de refrigeración para producto terminado	78
Figura 13. Mesas.....	79
Figura 14. Ubicación de las mesas en el cuarto climatizado para despiece de pollo	81
Figura 15. Ubicación de las mesas en el cuarto climatizado para despiece. a) Cerdo, b) Res	81
Figura 16. Gavetas	82
Figura 17. Base con ruedas	82
Figura 18. Pallets	82
Figura 19. Plano de la ubicación del área de categorización de las carnes en la nave industrial	84
Figura 20. Diagrama entropía-temperatura para el ciclo de refrigeración	85



Índice de tablas

Tabla 1. Clases de cuchillos y empleo de cada uno	32
Tabla 2. Clases de cuchillas y empleo de las mismas	33
Tabla 3. Prevención de algunos accidentes	36
Tabla 4. Ropa de trabajo y protección que brinda	41
Tabla 5. Áreas de la nave industrial	64
Tabla 6. Cantidad de carne procesada por día en el Centro de Acopio Cooperera Ltda	64
Tabla 7. Cantidad de carne actual y proyectada por día	65
Tabla 8. Densidad de almacenamiento de canales colgadas	65
Tabla 9. Tamaño estándar de una gaveta plástica	66
Tabla 10. Tamaño de la cámara de refrigeración para Pollo	68
Tabla 11. Esfuerzo δ_y de aceros estructurales	70
Tabla 12. Dimensiones para perfiles I	71
Tabla 13. Dimensiones de las cámaras de refrigeración para Cerdo y Res	74
Tabla 14. Dimensiones de los cuartos climatizados para despiece de pollo, cerdo y res	76
Tabla 15. Dimensiones de la cámara de refrigeración para Producto Terminado	78
Tabla 16. Equipos y cantidades para los cuartos climatizados para despiece	79
Tabla 17. Dimensiones de las mesas para despiece	79
Tabla 18. Herramientas y cantidades en los cuartos climatizados para despiece	80
Tabla 19. Herramientas de seguridad y cantidad	83
Tabla 20. Ropa de trabajo y cantidad	83
Tabla 21. Datos termodinámicos para el refrigerante R404A	87
Tabla 22. Potencia liberada por persona en función de la temperatura de la cámara frigorífica	90
Tabla 23. Espesores de los panales aislantes	90
Tabla 24. Materiales, conductividades térmicas y espesores para paredes y paneles aislantes	91
Tabla 25. Potencias y flujos luminosos para lámparas incandescentes	92
Tabla 26. Potencias del compresor para los distintos cuartos	138
Tabla 27. Costo económico de los equipos.	139
Tabla 28. Costo económico de las herramientas.....	139
Tabla 29. Costo económico de las herramientas de seguridad.....	140
Tabla 30. Costo económico aproximado de la construcción de la nave industrial y el sistema de refrigeración.	140



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Recipientes	37
Ilustración 2. Pallet	38
Ilustración 3. Base con ruedas	39
Ilustración 4. Mesas	39
Ilustración 5. Ganchos	40
Ilustración 6. Cortes de pollo	42
Ilustración 7. Papada	45
Ilustración 8. Cinta de lomo	45
Ilustración 9. Magro de cuello	46
Ilustración 10. Costillar	46
Ilustración 11. Chuletas	46
Ilustración 12. Solomillo	47
Ilustración 13. Panceta	47
Ilustración 14. Paleta	47
Ilustración 15. Jamón	48
Ilustración 16. Codillo	48
Ilustración 17. Manos	48
Ilustración 18. Rabo	49
Ilustración 19. Separación de la caucara	51
Ilustración 20. Separación de la falda	52
Ilustración 21. Separación del lomo fino	53
Ilustración 22. Extracción de la pierna	53
Ilustración 23. Separación del lomo ancho	54
Ilustración 24. Separación de la pulpa negra	54
Ilustración 25. Separación del salón	55
Ilustración 26. Separación de la pajarilla	55
Ilustración 27. Separación de la cadera	56
Ilustración 28. Separación de la pulpa blanca	56
Ilustración 29. Separación de la pulpa redonda	57
Ilustración 30. Separación del garrón de pierna	57
Ilustración 31. Separación de la tapa de la nuca	59
Ilustración 32. Separación del pecho	60
Ilustración 33. Separación de la nuca	60
Ilustración 34. Separación del lomo de aguja	61
Ilustración 35. Separación del lomo de brazo	61
Ilustración 36. Separación de la paleta	62
Ilustración 37. Separación de la pulpa de brazo	62



Ilustración 38. Separación de la paleta.	63
Ilustración 39. Sierra de cinta.....	79



Índice de diagramas

Diagrama 1. Diagrama de despiece de la mitad trasera cerdo	44
Diagrama 2. Diagrama de despiece de la mitad trasera res	50
Diagrama 3. Diagrama de despiece de la mitad delantera res	58



Universidad de Cuenca

Índice de planos

PLANO 1	56
PLANO 2	61
PLANO 3	65



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Ana Valeria Banegas Orellana, autor de la tesis "Propuesta del diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo para la empresa Cooperera Ltda.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera Química. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 4 de Junio de 2013

Ana Valeria Banegas Orellana
0103977716

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Lourdes Mikaela Idrovo León, autor de la tesis "Propuesta del diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo para la empresa Cooperera Ltda.", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera Química. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 4 de Junio de 2013

Lourdes Mikaela Idrovo León
0104714274

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Ana Valeria Banegas Orellana, autor de la tesis "Propuesta del diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo para la empresa Cooperera Ltda.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 4 de Junio de 2013

Ana Valeria Banegas Orellana
0103977716

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Universidad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Lourdes Mikaela Idrovo León, autor de la tesis "Propuesta del diseño y equipamiento del área de categorización de carnes de res, cerdo y pollo para la empresa Cooperera Ltda.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 4 de Junio de 2013

Lourdes Mikaela Idrovo León
0104714274

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



INTRODUCCIÓN

Debido al gran crecimiento poblacional tanto a nivel local como nacional se tiene que la demanda de carne también ha aumentado y siendo este uno de los productos de mayor consumo en nuestro medio necesitaremos un espacio mucho mayor al que cuenta por el momento el área de carnes del Centro de Acopio Cooperera Ltda., por lo que el diseño que se plantea cuadruplicaría la capacidad de procesamiento actual. Es por eso que hemos considerado que es muy importante realizar el diseño y equipamiento de cuartos fríos para el procesamiento de las carnes de res, cerdo y pollo y así asegurarnos que la carne va a seguir una cadena de frío y un proceso conforme con los requisitos y leyes que norman ese tipo de plantas.

Actualmente el Centro de Acopio Cooperera Ltda., arrienda una nave industrial de 609,5 m² de construcción ubicada en el sector de San Joaquín diagonal a la Fonda Cooperera la cual originalmente fue construida como almacén para productos agropecuarios por lo que sus instalaciones no son las adecuadas y se necesitara un completo rediseño de la nave industrial. El diseño incluye una distribución óptima del espacio físico con el cual se cuenta, una ubicación adecuada para los cuartos fríos así como la determinación de su tamaño, el diseño del sistema de rieles para transporte de las canales dentro de la planta y el diseño del sistema de refrigeración.

En el equipamiento se abarcaran los equipos y utensilios necesarios para el procesamiento de las carnes y el tipo de ropa de trabajo aptos para este fin asegurando la protección de los trabajadores tanto contra el frío como para los riesgos inherentes a su actividad.

Esta tesis grado tiene como objetivo establecer condiciones adecuadas de temperatura para mantener la cadena de frío durante todo el proceso de categorización de las carnes desde que estas llegan desde el camal y también crear condiciones dignas de trabajo cuidando la salud de los trabajadores y así asegurar un producto final de buena calidad.

CAPITULO 1

1. CONTENIDO TEÓRICO.

1.1. El ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

“El vapor saturado en el estado 1 se comprime isoentrópicamente a vapor sobrecalentado en el estado 2. El vapor refrigerante entra a un condensador, de donde se extrae calor a presión constante hasta que el fluido se convierte en líquido saturado en el estado 3. Para que el fluido regrese a presión más baja, se expande adiabáticamente en una válvula o un tubo capilar hasta el estado 4. El proceso 3-4 es una estrangulación y $h_3=h_4$. En el estado 4, el refrigerante es una mezcla húmeda de baja calidad. Finalmente, pasa por el evaporador a presión constante. De la fuente de baja temperatura entra calor al evaporador, convirtiendo el fluido en vapor saturado y se completa el ciclo. Todo el proceso 4-1 y una gran parte del proceso 2-3 ocurren a temperatura constante.” [1]

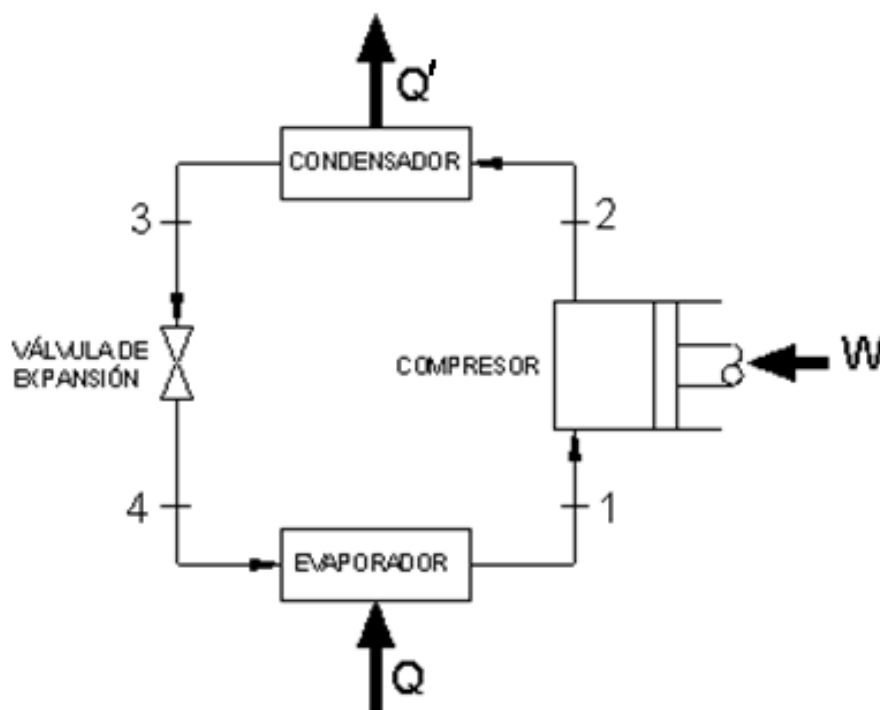


Figura 1. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Fuente: Universidad Nacional Experimental del Táchira, (2005), <http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/index.html>



1.1.1. Evaporador:

El evaporador es el elemento productor de frío en donde se produce la transmisión del flujo calorífico del medio que se enfría hacia el líquido refrigerante gracias a este flujo calorífico se produce la evaporación del fluido refrigerante encerrado en el interior del evaporador, siendo el refrigerante el que absorbe dicho flujo calórico a temperatura constante por liberación de su calor latente de evaporación. [2]

“Esto es posible debido a que la temperatura de ebullición del fluido refrigerante es inferior a la temperatura de medio que se desea enfriar, convirtiéndose el refrigerante en el foco frío, y el medio a refrigerar en el foco caliente. El fluido refrigerante se evapora a baja temperatura y, por tanto, a baja presión, aunque usualmente superior a la atmosférica, con el objeto de evitar la entrada de gases y/o vapor de agua en el circuito de baja presión. El evaporador de la instalación frigorífica está ubicado entre la válvula de expansión y la tubería de aspiración del compresor. [...]” [3]

1.1.2. Compresor:

El compresor es el elemento que mantiene el equilibrio, al ser el circuito de refrigeración cerrado es necesario mantener el equilibrio por lo que ahí actúa el compresor succionando el vapor para así mantener las presiones y temperaturas más bajas. Esto significa que si el compresor de vapor elimina rápidamente lo que se forma, la presión y temperatura caerán en el evaporador y por el contrario si la carga en el evaporador aumenta y el refrigerante se evapora rápidamente la presión y temperatura en el evaporador se elevarán. [4]

1.1.3. Condensador:

El condensador es el elemento que absorbe el calor emitido por el refrigerante en el evaporador, más el calor creado por la entrada de compresión, los medios de transferencia de dicho calor son el agua o el aire como requisito su temperatura debe ser más baja que la de la presión de condensación, en este caso se produce un cambio condicional de vapor a líquido. [2]



1.1.4. Válvula de Expansión:

El líquido formado pasa a un tanque colector en donde la presión es mayor que en el evaporador debido a la compresión que se produjo debiendo reducirse esta nuevamente a la presión del evaporador por lo que se coloca un dispositivo llamado válvula de expansión. Antes de la válvula de expansión el líquido estará un poco por debajo del punto de ebullición al entrar en esta se reduce la presión, el líquido comienza a hervir y se evapora, esta evaporación sucede el evaporador y se completa el ciclo. [2]

1.1.5. Refrigerante.

El refrigerante R404 A está formado por una mezcla de los refrigerantes: R134a (1,1,1,2-Tetrafluoroetano); R125 (Pentafluoroetano) y R134a (1,1,1-trifluoroetano). El R404 A se caracteriza por su estabilidad química y su bajo deslizamiento de temperatura de 0,7 °C. Su principal aplicación son las instalaciones para bajas y medias temperaturas.

Es poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El límite de exposición permisible es de 1000 ppm en 8 horas.

Los envases del R404 A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. Los vapores en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.

Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial.

1. Temperatura a la entrada del evaporador: - 25 °C.
2. Temperatura a la entrada del condensador: 45 °C.
3. Subenfriamiento: 5 °C.
4. Sobrecalentamiento: 45 °C.
5. Coeficiente de Compresión Isoentrópica. [5]

°C: grados centígrados.



1.2. Instalaciones.

1.2.1. “Artículo 6. Diseño y construcción. Toda planta de beneficio debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con áreas independientes que aseguren el desarrollo de las operaciones bajo condiciones higiénicas, evitando la contaminación de la carne y los productos cárnicos comestibles.
- Funcionar y mantenerse en forma tal que se evite la contaminación del producto.
- Dentro de las instalaciones de la planta de beneficio no podrán existir otras construcciones, viviendas o industrias ajenas a los procesos industriales de la carne y sus derivados.
- Los edificios e instalaciones deben ser cerrados y las respectivas construcciones sólidas; mantenerse en buen estado de conservación, tener dimensiones suficientes para permitir el procesamiento, manejo y almacenamiento, de manera que no se produzca contaminación del producto y se impida la irrupción de plagas.
- El diseño debe ser unidireccional, con accesos separados para el ingreso de materias primas y salida de los productos. El flujo de las operaciones mantendrá la secuencia del proceso, desde la recepción hasta el despacho, evitando retrasos indebidos y flujos cruzados.
- El personal no podrá transitar de un área de mayor riesgo de contaminación a una de menor riesgo.
- Contar con los servicios generales para su adecuado funcionamiento, tales como disponibilidad de agua potable y energía eléctrica.
- Garantizar el funcionamiento de las áreas y secciones que requieren energía eléctrica.
- La edificación y sus instalaciones deben contar con acabados en material sanitario y zonas lo suficientemente amplias para permitir el desarrollo de las operaciones que se realizan en la planta de beneficio y



la adecuada manipulación del producto, y mantenerse en buen estado de funcionamiento.

- Los pisos deben construirse con materiales resistentes y acabados sanitarios, con una pendiente suficiente que permita el desagüe hacia los sifones, los cuales estarán protegidos por rejillas de material sanitario.
- Las paredes deben construirse con materiales resistentes y acabados sanitarios, con uniones redondeadas entre paredes, entre estas y el piso y diseñadas y construidas para evitar la acumulación de suciedad y facilitar la limpieza y desinfección.
- Los techos, falsos techos y demás instalaciones suspendidas deben estar diseñados y contruidos de tal forma que impidan la acumulación de suciedad, reduzcan la condensación y con acabados en materiales sanitarios que impidan los desprendimientos de partículas.
- Las estructuras elevadas, rampas, escaleras y sus accesorios, deben estar diseñados con material resistente, con acabados sanitarios y ubicarse de tal forma que eviten la contaminación del producto o dificulten el flujo regular del proceso.
- Las puertas deben estar contruidas con material resistente con acabados en material sanitario, contar con un sistema que garantice que estas permanezcan cerradas y eviten contra flujos de aire que generen contaminación. Las aberturas entre las puertas exteriores y los pisos no deben permitir el ingreso de plagas.
- Las ventanas y demás aberturas deben estar contruidas de tal forma que impidan la acumulación de suciedad, faciliten su limpieza, desinfección y eviten el ingreso de plagas y partículas.
- Las áreas donde se procesan, manipulan o almacenan carne y productos cárnicos comestibles, deben estar separadas de las áreas de productos no comestibles para evitar la contaminación cruzada.
- Las áreas en donde se procesan, manipulan, almacenan o inspecciona la carne y los productos cárnicos comestibles, deben tener la iluminación necesaria en cuanto a intensidad y protección.



- Las áreas de mantenimiento y de instalaciones sanitarias, deben cumplir los requisitos de iluminación en cuanto a intensidad y protección.
- Cada área o sección debe encontrarse claramente señalizada en cuanto a accesos, circulación, servicios, seguridad, entre otros.
- Contar con áreas independientes que aseguren el bienestar de los animales y el desarrollo del proceso de beneficio bajo condiciones higiénicas, evitando la contaminación de la carne y los productos cárnicos comestibles.
- Estar cerrada en todo su perímetro por un cerco, que puede ser malla, reja, muro u otro material resistente, suficientemente alto para impedir la entrada de animales, personas y vehículos, sin el debido control.

1.2.2. Artículo 7. Sistemas de drenajes. Los sistemas de drenaje deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Permitir la evacuación continúa de aguas industriales y aguas domésticas sin que se genere empozamiento o estancamiento.
- No se deben ubicar cajas de inspección o trampas de grasas dentro de las instalaciones de las áreas de procesamiento.
- Evitar la contaminación del producto, del agua potable, de los equipos, herramientas, y la creación de condiciones insalubres dentro de la planta de beneficio.
- Evitar las condiciones de contracorriente e interconexiones entre sistema de cañerías que descargan aguas industriales y aguas domésticas, así como el retorno de los gases y vapores generados. Disponer de las aguas residuales mediante sistemas separados para las aguas industriales y las domésticas, evitando el retorno de las aguas residuales y la comunicación de aguas domésticas en áreas donde se procesen, manejen o almacenen productos.
- Los sistemas de desagüe deben contar con sifones adecuados para tal fin y su construcción y diseño deben prevenir el riesgo de contaminación de los productos.



- Entre las diferentes áreas del proceso, no podrá existir escurrimiento de líquidos.

1.2.3. Artículo 8. Ventilación. Los sistemas de ventilación deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ventilación suficiente para controlar la condensación en las instalaciones donde se procese, empaque la carne, productos cárnicos comestibles y asegurar las condiciones de bienestar de los empleados.
- El flujo de aire no debe ir de un área sucia a una limpia.
- El establecimiento debe asegurar la salida al exterior de la planta, de los olores, gases y vapores desagradables para evitar la acumulación de los mismos.
- Cuando se suministre aire del exterior, éste debe estar libre de olores, gases, polvo y otros contaminantes transportados por el viento.

1.2.4. Artículo 9. Iluminación. Toda planta de beneficio debe tener una iluminación natural y/o artificial que cumpla con los siguientes requisitos:

- La iluminación no debe alterar colores ni generar sombras inadecuadas.
- La intensidad de la luz no debe ser menor de:
 - 550 lux en todos los puntos de inspección, salas de sacrificio, procesamiento o deshuese y áreas en las que se trabaje con cuchillos, rebanadoras, molinos y sierras.
 - 220 lux en otras áreas de trabajo como almacenamiento, lavamanos y filtros sanitarios.
 - 110 lux en las demás áreas.
- Las lámparas deben estar protegidas adecuadamente para evitar la contaminación de la carne o los productos cárnicos comestibles en caso de ruptura o cualquier accidente.



1.2.5. Artículo 10. Instalaciones sanitarias. Las plantas de beneficio deben contar con las siguientes instalaciones sanitarias:

1.2.5.1. Baños y vestidores. Deberán:

- Mantenerse en condiciones sanitarias y en buen estado de funcionamiento.
- Los vestidores deben contar con las facilidades para que el personal puedan realizar el cambio de ropa.
- Los vestidores y sanitarios deben estar ubicados convenientemente con respecto al lugar de trabajo, cerca de los ingresos de las zonas y antes de los filtros sanitarios.
- Los sanitarios no deben estar ubicados dentro de las áreas de proceso.
- Debe existir separación física entre vestidores y sanitarios.
- Los sanitarios deben estar dotados de lavamanos, inodoros, orinales y duchas.
- Los lavamanos deben estar dotados con agua potable, un dispositivo adecuado para el secado de manos y jabón y desinfectante o cualquier elemento que cumpla la función de lavar y desinfectar las manos.
- Debe existir un sanitario por cada veinte (20) personas o menos y estar separado e identificado por sexo.
- Las áreas de sanitarios y vestidores deben ser amplias y proporcionales al volumen del personal que labora en la planta de beneficio.
- Debe contar con recipientes para depósito de residuos en material sanitario y de accionamiento no manual.
- Las paredes, techos y pisos de las instalaciones deben ser de material sólido y con acabados sanitarios.



- Los casilleros o sistemas empleados para el almacenamiento o disposición de la dotación deben ser de uso exclusivo para esta y su diseño debe permitir la circulación de aire.
- El área de los vestidores debe disponer de bancas suficientes para que el personal se cambie.
- Contar con una instalación para el lavado, desinfección y almacenamiento de delantales con colgadores contruidos en material sanitario.
- Los sistemas de ventilación y sistemas de extracción de olores no deben estar dirigidos a las áreas de proceso.
- La ubicación de las instalaciones sanitarias debe garantizar que el tránsito de los operarios no represente riesgo de contaminación para el producto. Deben existir vestidores y sanitarios separados para las áreas de mayor contaminación (corrales, mantenimiento, de máquinas y zonas externas a las salas de proceso, entre otros) y las áreas en las que se procesen, almacenen o manipulen productos para el consumo humano (desposte, empaque, cuartos fríos, entre otros) de manera que no se ponga en peligro la inocuidad de la carne.

1.2.5.2. Filtros sanitarios. Al ingreso de las áreas donde se procesen, almacenen o manipulen productos para el consumo humano, debe existir un filtro sanitario que cumplan con los siguientes requisitos:

- Estar localizado en todos los lugares de ingreso o de tránsito a las áreas de proceso de la planta, de forma que su diseño y ubicación obligue al personal a hacer uso de éste.
- Disponer al menos de las siguientes instalaciones:
- Un sistema adecuado para el lavado y desinfección de botas ubicado al ingreso de cada área de la planta.
- Lavamanos de accionamiento no manual, provisto con agua potable caliente y fría, jabón, desinfectante y un sistema adecuado de secado.



- Instalaciones para realizar operaciones de limpieza y desinfección en áreas de proceso.
- Lavamanos de accionamiento no manual, provisto de sistema adecuado de lavado, desinfección y secado de manos.
- Esterilizadores para cuchillos, chairas, sierras y otros utensilios con agua a temperatura mínima de 82,5 °C, u otro sistema que garantice la esterilización de estos implementos durante los procesos.
- Sistema de higienización con agua fría y caliente, con presión suficiente para el cumplimiento de los objetivos perseguidos en cada etapa del proceso.” [6]

1.2.6. “Artículo 25. Cuartos de refrigeración, congelación y almacenamiento. Todas las plantas de beneficio y desposte deben contar con cuartos fríos de refrigeración y/o congelación para el enfriamiento y almacenamiento de canales, carnes y productos cárnicos comestibles.

1.2.6.1. Requisitos de las instalaciones:

- Estar ubicados de forma tal que no se genere la posibilidad de contaminación de las canales y los productos cárnicos comestibles.
- La capacidad instalada de los cuartos o cámaras de refrigeración, congelación y almacenamiento debe ser acorde al volumen de proceso y garantizar que el producto cumple con los requisitos de temperatura y demás variables.
- Debe contar con sistemas que minimicen el ingreso de aire caliente a los cuartos de refrigeración y/o congelación, para evitar fluctuaciones de la temperatura.” [7]

1.2.7. “Artículo 26. Área de desposte. Las plantas de desposte y las de beneficio que realicen desposte de la canal deben cumplir además de los estándares de ejecución sanitaria, los siguientes requisitos:



1.2.7.1. Requisitos de las instalaciones:

- La ubicación, construcción, diseño y dimensiones de las instalaciones deben estar acorde con el volumen del producto a ser despostado y se evitará la contaminación cruzada durante las operaciones.
- Cuando el desposte se encuentre ubicado en las instalaciones de la planta de beneficio, éste debe estar separado físicamente de las demás áreas.
- Las plantas de desposte deben contar con una separación física entre las actividades de deshuese, corte, empaque primario y la actividad de empaque secundario o embalaje.” [8]

1.3. Instrumentos de trabajo y utensilios.

Para poder transformar la carne hace falta un gran número de instrumentos de trabajo y utensilios. Todos los útiles deben cumplir los requisitos higiénicos y técnicos, el objetivo será permitir un trabajo fácil, seguro y una debida limpieza. [9]

1.3.1. Instrumentos de trabajo.

Los instrumentos de este tipo se emplean particularmente en el troceado y manipulado de las canales. Hay que mencionar los *cuchillos, cuchillas, hachas y sierras*. [9]

1.3.1.1. Cuchillos.

Los cuchillos son los instrumentos más importantes para el despiece de la canal, así como para el deshuesado, desengrasado y troceado de la carne, este trabajo dependerá de la forma, tamaño y filo del cuchillo. [9]

1.3.1.1.1. Partes del cuchillo.

Las partes de un cuchillo son *hoja y mango*. En la *hoja* están el *filo, recazo y espiga*. Las hojas deben estar hechas de acero inoxidable.

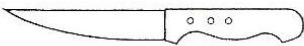
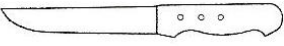
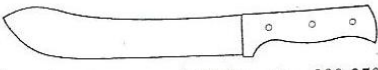
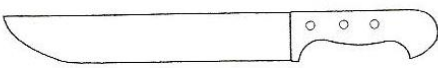

Los *mangos* pueden fabricarse de plástico, en la actualidad se usan fibra de carbono, titanio entre otros. Los mangos se sujetan a la espiga con remaches o tornillos. Los mangos de los cuchillos deben ser manejables y contar con un

engrosamiento en cada uno de sus dos extremos, con la finalidad de garantizar un trabajo exento de accidentes. [9]

1.3.1.1.2. Clases de cuchillos.

De acuerdo con la finalidad de empleo, se distingue entre cuchillos para deshuesado y para el despiezado de la carne, así como para otras formas de faenado. [9]

Tabla 1. Clases de cuchillos y empleo de cada uno.

Clase de cuchillo	Forma de la hoja	Empleo
« Pelador », deshuesador	 Hoja estrecha y aguzada, 100-120 milímetros de longitud.	Para limpiar los huesos y para separar las vértebras y esternón.
Cortador	 Hoja estrecha y aguzada, hasta 150 mm de longitud.	Para extraer los huesos largos, paletillas e ilíacos; despiece de la carne, separación de la grasa lumbar y descortezar el tocino (deshuesado).
Carnicero	 Hoja de 200-250 mm de largo y 20-30 mm de ancho, algo incurvada.	Para despiezar la carne deshuesada y para separar la grasa y tendones.
Picador	 Hoja de 250-300 mm de largo y 25-35 mm de ancho, ligeramente aguzada o incurvada.	Para cortar cubitos de grasa cruda y carne para embutidos cocidos.
Raedor de huesos	 Hoja en forma de paleta de media caña, de unos 60 mm de longitud.	Especial para sacar los huesos largos de los jamones porcinos.

Fuente: Weinling, (1973, p.122).

1.3.1.1.3. Funda del cuchillo.

Las *fundas* tienen forma de bolsas cónicas con varios compartimentos, en los que se dejan los cuchillos que no se usan en el momento. Para cumplir con los requisitos higiénicos, las fundas deben estar hechas de materiales de fácil limpieza, como ejemplo el plástico o metales ligeros. Llevar y emplear las fundas para los cuchillos, no solo protege de accidentes al potador, sino

también a sus colegas, también nos permite tenerlos a mano durante el trabajo. [9]

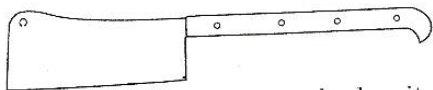

1.3.1.2. Cuchillas y hachas.

Cuchillas y hachas son instrumentos de trabajo que, en unión de los cuchillos, resultan indispensables para el despiece de la canal. Con su ayuda se apresura notablemente el troceado de la canal, ya que permiten el corte de los huesos por sitios distintos de la canal. [9]

1.3.1.2.1. Cuchillas.

Las cuchillas son de forma semejantes a las de los cuchillos. Las cuchillas se clasifican de acuerdo con la longitud y anchura de la hoja y longitud de las cachas de la empuñadura. [9]

Tabla 2. Clases de cuchillas y empleo de las mismas.

Forma	Empleo
 Hoja de unos 300 mm. de longitud y 100-150 mm. de anchura; mango de 400-500 mm. de longitud.	Para cortar las vértebras dorsales de la canal, en especial de terneros y ovejas.
 Hoja de unos 300-400 mm. de longitud y 70-100 mm. de anchura; mango de 250-300 mm. de longitud.	Para cortar la panza de los cerdos y cortar chuletas.

Fuente: Weinling, (1973, p.124).

1.3.1.2.2. Hachas.

El hacha consta de *hoja* y *mango*. Se usan en los mismos trabajos que las cuchillas, en especial para cortar las costillas y vértebras de los bóvidos. En la hoja se diferencia filo, manguito, ojo del manguito y tozuelo. La hoja se hace de hierro forjado, en el cual se inserta una tira de acero puro para endurecer el filo. En el ojo del manguito se introduce un mango de madera dura sólidamente acunado.

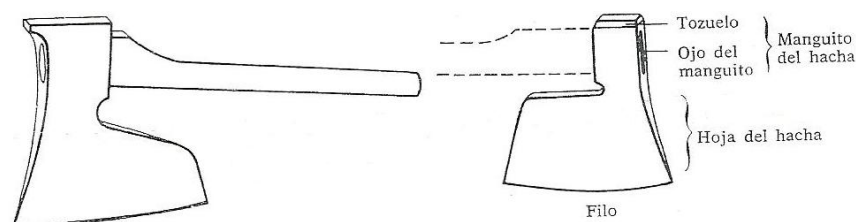


Figura 2. Hacha y partes de una hacha.

Fuente: Weinling, (1973, p.124).

En la actualidad el uso de hachas y cuchillas no es recomendado ya que estas herramientas mal afiladas, la fuerza aplicada con insuficiente intensidad y los golpes repetidos e inciertos ocasionan la formación de esquirlas, especialmente en los huesos largos. [9]

1.3.1.3. Sierras.

Las sierras tienen un filo dentado y se cuentan, junto con los cuchillos, cuchillas y hachas, entre los instrumentos de trabajo utilizados para cortar las partes de la canal.

Las sierras sirven para cortar los huesos. Dándole un movimiento de vaivén a la sierra, los dientes de esta penetran fácilmente en el hueso.

Con las sierras se logran superficies de sección lisas y sin esquirlas en los huesos. De acuerdo con sus particularidades, existen las siguientes clases de sierras:

- Sierras manuales.
- Sierra de arco.
- Sierra de lámina (serrucho).
- Sierras a motor.
- Sierra eléctrica de mano.
- Sierra de disco. [9]

1.3.1.3.1. Sierras eléctricas de mano.

Estas sierras se han creado con la finalidad de aliviar el duro trabajo que da el troceado de la canal. Con ellas se eleva ampliamente la productividad laboral, además de conseguir superficies de sección lisas. El fundamento de las sierras eléctricas de mano es un disco metálico de bordes dentados accionado por un motor. [9]



1.3.1.4. Cuidados y conservación de los instrumentos de trabajo.

Cuchillos, cuchillas, hachas y sierras solo pueden usarse a satisfacción y permitir un trabajo rápido, seguro y sin accidentes si se cuidan y conservan bien.

Los cuchillos deben afilarse y suavizarse diestramente a diario de acuerdo con las necesidades. Para ello se utilizan la piedra de afilar o una chaira. Para afilar las hojas de cuchillas y hachas hace falta una piedra de afilar más dura que la usada ordinariamente para los cuchillos.

Los cuchillos, hachas y sierras no deben dar contra objetos duros, ya que de hacerlo así pierden filo, se provocan mellas en el corte o se rompen dientes de la sierra. Los utensilios que no se emplean deben guardarse siempre en el sitio asignado para ello, con el fin de conservar así la agudeza de su filo. Los instrumentos usados deben limpiarse con agua caliente, sustancia detergente y un cepillo. Seguido se enjuagan los instrumentos con agua caliente, se secan y se colocan de manera que pierdan del todo la humedad. [9]

1.3.1.5. Peligros de accidente en el manejo de los instrumentos de trabajo.

El manejo de los útiles de trabajo puede ser causa de accidentes. Las causas más comunes de accidentes son descuidos, distracciones, negligencias en la adopción de medidas de protección en el trabajo, así como el exceso de prisa.

Los siguientes puntos deben observarse con cuidado:

- a) Utilizar solamente instrumentos de trabajo muy bien afilados.
- b) No intentar nunca cortar violentamente la carne o los huesos.
- c) No dejar nunca sobre superficies extrañas o insertos en la canal los instrumentos de trabajo que no se empleen, en particular los cuchillos. [9]

En la siguiente tabla se resumen las causas y la prevención de los accidentes.



Tabla 3. Prevención de algunos accidentes.

Accidente	Causa	Prevención
Cortes en los dedos, heridas en las manos.	Mantener la mano en la dirección del corte por delante del cuchillo.	Mantener siempre la mano por detrás del cuchillo.
Cortes y pinchazos en las manos, antebrazos, muslos y parte inferior del abdomen.	Cuchillos mal afilados, acciones violentas, resbalones del cuchillo, situación del cuerpo en la dirección del corte.	Usar siempre cuchillos bien afilados; tener siempre las manos y mangos de los instrumentos limpios de grasa; poner el cuerpo lateralmente a la dirección del corte.
Heridas de los compañeros de trabajo.	Llevar los cuchillos sin utilizar bajo el brazo o con la punta hacia adelante; dejar los cuchillos debajo de la carne o clavados en ésta sin dejarse ver; echar el cuchillo a alguien.	Los cuchillos sin empleo sólo se llevarán en la funda o bien se dejarán en un lugar previsto para ello; no arrojar el cuchillo, sino entregarlo por el mango.
Heridas en las piernas y pies.	Por hender la canal estando ante ella con las piernas juntas y resbalar el hacha; por usar hachas romas y recurrir a la violencia.	Al hender la canal, permanecer siempre ante ella con las piernas abiertas en dirección al sentido del hacha, para que si ésta resbala pase entre las piernas o los pies; afilar los instrumentos sin filo.
	Las cuchillas o hachas sin utilizar no se cuelgan ni se apartan, por lo cual cortan al ser comprimidas hacia abajo.	Las cuchillas y hachas que no se utilicen, colgarlas o depositarlas en los lugares preparados al efecto.



Corte de la yema de los dedos.	Al limpiar cuchillas o hachas con un trapo de fregar y apoyar éste sobre el borde cortante.	Limpiar los cuchillos y demás instrumentos sólo con cepillo, manteniéndolos planos y efectuando la limpieza desde el dorso de la hoja al filo.
Heridas en los dedos con las sierras.	Cartílagos, cortezas o porciones de carne que hacen que se desvíe la sierra lateralmente; hojas de sierra mal afiladas.	Serrar únicamente los huesos limpios de cartílago y carne; las hojas de sierra romas se cambiarán o se triscarán.
	Mano demasiado arrimada al sitio de corte, careciendo la pieza de carne de apoyo sólido.	No arrimar nunca la mano demasiado a la sierra; no extender nunca los dedos; apoyar firmemente la carne; el músculo y la grasa deben cortarse previamente al aserrado.

Fuente: Weinling, (1973, p.128).

1.3.2. Utensilios.

Para poder seguir el proceso de producción hacen falta utensilios para el almacenamiento, transporte, manipulación de la carne y fabricación de productos cárnicos. Estos útiles deben cumplir requisitos higiénicos, puesto que estarán en contacto con la carne, grasa y productos cárnicos. Por ello los utensilios deben fabricarse de material resistente a la corrosión, por ejemplo, acero inoxidable, hierro galvanizado, aluminio o aleaciones de este metal, plástico, debiendo permitir una limpieza fácil y total.

Los utensilios no serán por ningún motivo causa de accidente, debiendo estar exentos de daños que pudieran ocasionar heridas, pinchazos u otras lesiones. Los utensilios que no cumplan estos requisitos serán excluidos. Son necesarios los siguientes utensilios: *Recipientes, vasijas, medios de transporte, mesas, tajos, ganchos, tenedores, cucharones y atadoras.* [9]

1.3.2.1. Recipientes.



Ilustración 1: Recipientes.

Fuente: Nieros, (1994. p. 61).

Los recipientes son necesarios para el transporte, almacenado o depósito de carnes, vísceras, grasas y porciones de la canal crudas, manipuladas y transformadas.

Se distingue entre cuencos, fuentes, baldes, tinas de mezclado, cajones, cajones superponibles y moldes para el jamón cocido.

Como todos estos recipientes y vasijas se utilizan permanentemente, deben ser de fácil transporte. Las asas deben resistir sin ceder grandes pesos y contar con superficies lisas. En la superficie inferior de los recipientes se coloca para preservar el fondo un refuerzo circular o placas de deslizamiento. Con esto se evita el abollado y el deterioro temprano de los fondos de las vasijas, a la vez que incrementa la capacidad de deslizamiento de los recipientes. Los cajones superponibles permiten su apilamiento estando llenos, con lo cual ahorran espacio, además de consentir la circulación del aire debido a una serie de orificios practicados por debajo del borde libre.

Después de usar los recipientes, deben lavarse por dentro y por fuera con agua caliente a la que se haya agregado una sustancia detergente y bactericida con la ayuda de un cepillo. En seguida se enjuagarán con agua limpia y se dejan secar. Todos los recipientes y vasijas deben tratarse con cuidado durante su empleo y en su limpieza. Las caídas provocan abolladuras, agujeros y otras averías, se rompen las soldaduras o junturas, se desprenden los refuerzos del fondo y se estropean las asas y agarraderos. Esto pone en peligro la seguridad del transporte y durante la limpieza se corre el riesgo de herirse. [9]

1.3.2.2. Pallets.

Bandeja de carga que permita el almacenamiento y transporte asegurando todas las operaciones de la cadena de distribución. Debe ser de un material resistente contra productos de limpieza, no absorber olores ni sabores, de fácil limpieza y desinfección y resistente a la intemperie. [10]

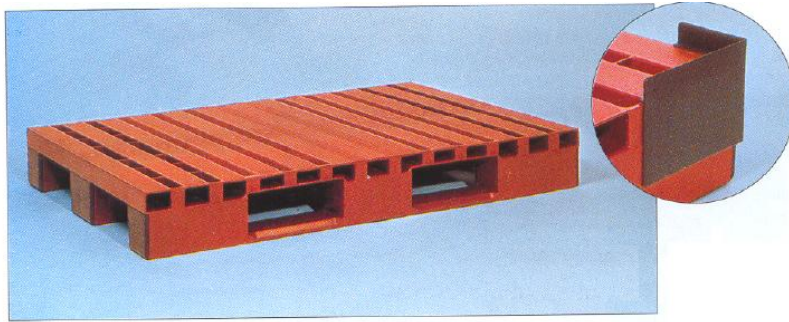


Ilustración 2. Pallet.

Fuente: Nieros, (1994. p. 58).

1.3.2.3. Bases con ruedas.

Permite un fácil transporte de varias gavetas a la vez aligerando el trabajo de los operarios acortando tiempos de descarga. Deben ser de un material resistente como acero inoxidable o plástico. [10]

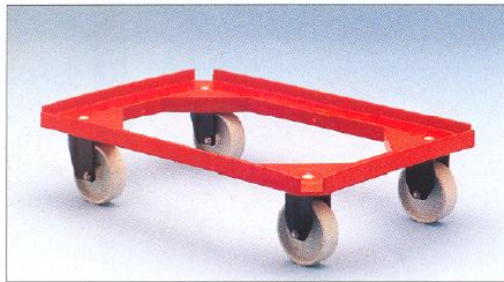


Ilustración 3. Base con ruedas.

Fuente: Nieros, (1994. p. 60)

1.3.2.4. Mesas.

En los establecimientos industriales son necesarias las *mesas* para cortar, deshuesar y preparar las piezas de carne y para dejar sobre ellas los productos terminados. Se distingue entre *mesas de trabajo* y *mesas de depósito* de acuerdo a su uso. Estas constan de un armazón de tubo de acero o de aluminio con refuerzos transversales y una plancha de metal ligero que sobresale del armazón. Las *mesas de trabajo* sirven especialmente para despiezar y cortar carne. Su altura debe ser de 800-900 mm, como apoyo se colocan longitudinalmente sobre la mesa soportes de plásticos alargados de 400 mm., de anchura y 40 mm., de altura. El tamaño de las mesas de trabajo es variable; oscila entre 1500 mm., y 2000 mm., de longitud y 700-1000 mm., de anchura. [9]



Ilustración 4. Mesas.

Fuente: Nieros, (1994. p. 9)

1.3.2.5. Ganchos.

Los ganchos sirven para colgar la carne durante el transporte y almacenado. Para el transporte de canales enteras o troceadas en carriles de tubo liso se utilizan ganchos especiales, para el almacenado son necesarios ganchos deslizantes y ganchos en S.

Dado el gran peso que han de sostener los *ganchos deslizantes* deben fabricarse de varilla de acero cromada o galvanizada; en cambio, los ganchos en S pequeños se fabrican de alambre grueso de aluminio.

Se necesitan *ganchos en S* para colgar porciones de la canal o piezas de carne en la sección de troceado y en el frigorífico. Según el tamaño de las piezas de carne se utilizan ganchos en S de diversas dimensiones, que oscilan entre 120-300 mm., de longitud y 3-7 mm., de diámetro. [9]



Ilustración 5. Ganchos.

Fuente: http://es.made-in-china.com/co_bolexknife/product_Meat-Hooks-Butcher-and-Slaughter-Hooks_hoigrsong.html



1.3.2.6. Ropa de trabajo.

La ropa de trabajo protegerá a los trabajadores de los peligros inherentes a su trabajo e impedirá accidentes. Las disposiciones sobre protección en el trabajo obligan a las empresas a poner a disposición de los trabajadores de manera gratuita y en debidas condiciones la ropa de trabajo así como también su mantenimiento y reemplazo en caso de desgaste. Los operarios deben utilizar esta ropa de trabajo de forma obligatoria, conveniente y tratarlos con cuidado.

Tabla 4. Ropa de trabajo y protección que brinda.

Clase de protección	Protegen contra:
Botas de goma.	Humedad.
Delantales impermeables.	Agua, sangre, grasa y suciedad.
Trajes enguatados, botas de fieltro.	Acción del frío cuando se trabaja continuamente en refrigeradores, congeladores o en el exterior.
Delantales para cadenas.	Lesiones por pinchazos en bajo vientre y muslos.
Guantes de acero.	Lesiones por cortes.
Blusas, gorros y cofias.	Ensuciado de la carne.

Fuente: Weinling, (1973, p.27)

Los trajes protectores deben estar confeccionados de un material adecuado que resista las distintas influencias y que sea de fácil limpieza. Esta ropa de trabajo debe permanecer dentro de la empresa y no ser usada para fines particulares. [9]

CAPITULO 2

2.1. Sistema de despiece y clasificación de la carne.

2.1.1. Sistema de despiece del pollo y cortes.

2.1.1.1. Sistema de despiece: Según sea el requerimiento del comprador el pollo se venderá entero, en medios, en cuartos o despiezado.

2.1.1.2. Cortes del pollo.

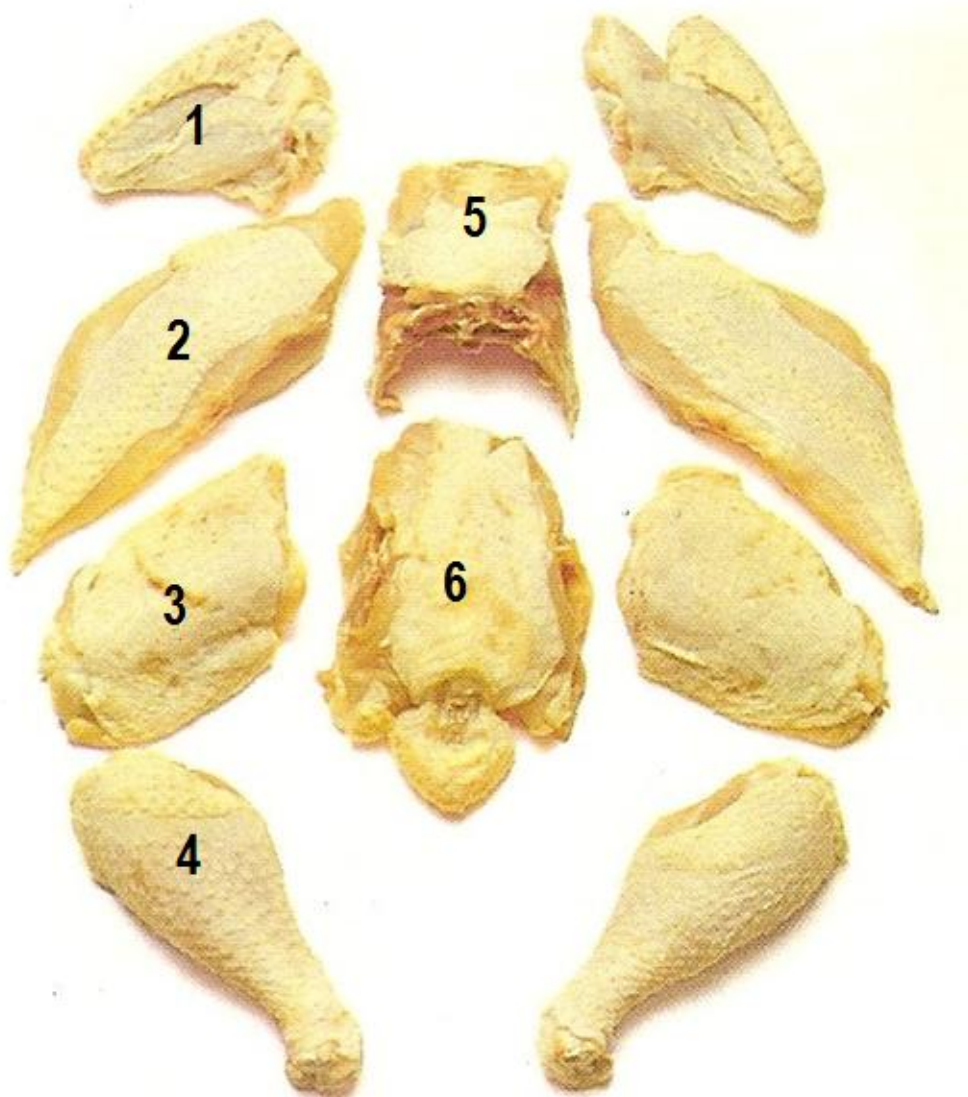


Ilustración 6. Cortes de pollo.

Fuente: <http://apiciusysuslibros.blogspot.com/2006/07/pollo-como-trocearlo.html>, (2008).



2.1.1.2.1. Cuartos delanteros: Formados por las pechugas y las alas, conteniendo más de la cuarta parte de la carne del pollo.

1) Alas: Extremidades superiores formadas por la primera falange siendo la más cercana al hueso es la que se encuentra unida al tórax, segunda falange no contiene mucha carne y tercera falange o punta del ala.

2) Pechuga: Formada por la zona musculosa del tórax

2.1.1.2.2. Cuartos traseros: Formado por los contra-muslos y muslos. Contiene un poco menos de la cuarta parte de la carne del pollo.

3) Contra-muslo: Limita arriba con el espinazo y abajo con el muslo. Conectada al cuerpo.

4) Muslo: Músculo que recubre el fémur, unido al contra-muslo.

5) Costillas: Formado por las 7 costillas dorsales, limita arriba con el último hueso cervical y abajo con la región lumbosacra.

6) Espinazo: Formado por el extremo movable del ave en donde se encuentran las plumas de la cola. [11]

2.1.2. Sistema de desarme y cortes del cerdo.

2.1.2.1. Sistema de desarme.

Una vez faenado el cerdo, refrigerado a 4°C durante 12 horas, el cerdo pasa a la sala de despiece para que se realicen los cortes:

- Con una sierra se divide el cerdo en medias canales.
- Se realiza el corte de la cabeza, en ambas canales.
- Con una sierra de cinta se separa la pierna.
- Con una sierra de cinta se separa el brazo, este se puede desarmar en pequeñas piezas.
- Con un corte longitudinal se corta el chuletero, que se separa de la tocíneta, luego se separa el cuero, la grasa y la chuleta.

Diagrama de flujo:

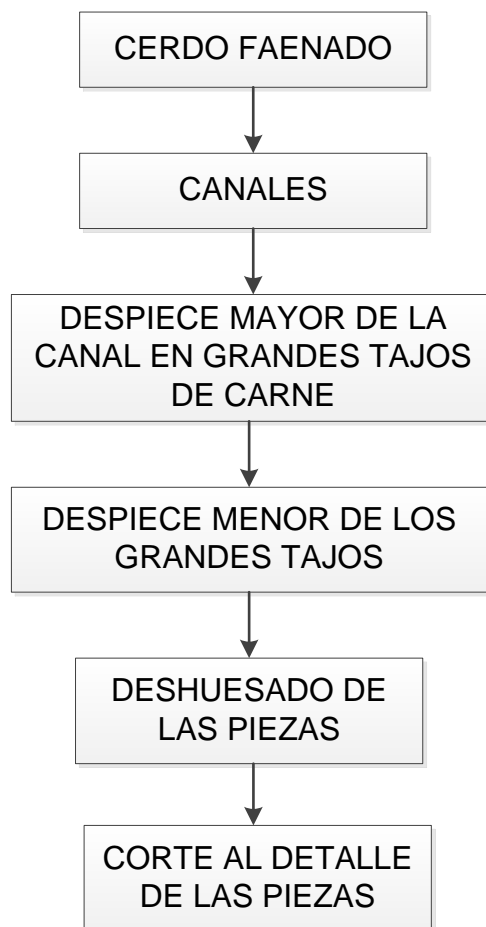


Diagrama 1. Diagrama de despiece de la mitad trasera cerdo.

2.1.2.2. Cortes del cerdo.

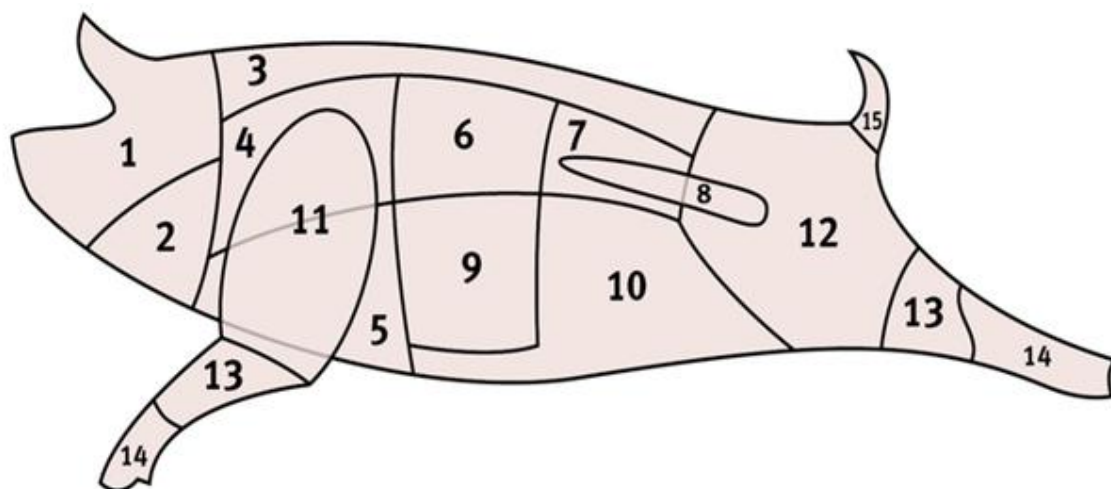


Figura 3. Cortes principales del cerdo.

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schwein-Ganz.png>

- 1) Cabeza de cerdo.
- 2) Papada.
- 3) Cinta de lomo.
- 4) Magro de cuello.
- 5) Pecho.
- 6) Costillar.
- 7) Chuleta.
- 8) Solomillo.
- 9) Panceta.
- 10) Falda.
- 11) Paletilla o paleta.
- 12) Jamón.
- 13) Codillo.
- 14) Manos.
- 15) Rabo.

2.1.2.2.1. Papada: Posee un alto contenido de grasa. Se prepara a la brasa y también se destina a la elaboración del cocido.



Ilustración 7. Papada.

Fuente: <http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

2.1.2.2.2. Cinta de lomo: Se localiza a partir de la sexta vértebra lumbar correspondiente a la pieza de lomo. Junto con el solomillo es pieza más apreciada del cerdo con una carne muy magra y gustosa con muchas formas de preparación: asada, rellena, frita, a la brasa o como libritos rellenos y rebozados.



Ilustración 8. Cinta de lomo.

Fuente: <http://www.lacomarca.es/index.php/es/chuletero-lomo>

2.1.2.2.3. Magro de cuello: Se obtiene de la parte baja del cuello, es un pedazo de carne magra, las tajadas de esta pieza tienen bastante grasa. Carne muy indicada para rebozar, guisar o para carne picada.



Ilustración 9. Magro de cuello.

Fuente: <http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

2.1.2.2.4. Costillar: Está formada por los huesos de las costillas y la carne que las recubre. Se puede preparar al horno, a la brasa o fritas.



Ilustración 10. Costillar.

Fuente: <http://www.carnesveronica.cl/carne-de-cerdo.php>

2.1.2.2.5. Chuleta: Las chuletas son el hueso del espinazo junto con la carne del lomo.



Ilustración 11. Chuletas.

Fuente: <http://www.lacomarca.es/index.php/es/chuletero-lomo>

2.1.2.2.6. Solomillo: Situado a la altura de las costillas lumbares. A pesar de su pequeño tamaño es muy apreciado al igual que la cinta de lomo. Se suele preparar a la brasa, frito o asado.



Ilustración 12. Solomillo.

Fuente: <http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

2.1.2.2.7. Panceta: Es la parte externa del vientre, formada por grasa con alguna franja de carne magra. Se puede consumir frita o a la brasa.



Ilustración 13. Panceta.

Fuente: <http://www.carnesveronica.cl/carne-de-cerdo.php>

2.1.2.2.8. Paletilla o paleta: Pata delantera sin mano.

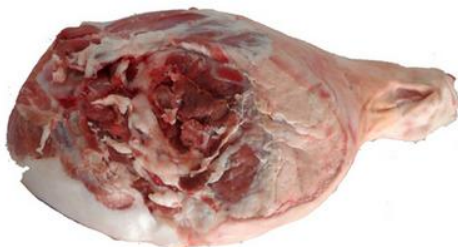


Ilustración 14. Paleta.

Fuente: <http://www.ljamaya.com/producto-cortes-de-cerdo.html>

2.1.2.2.9. Jamón: Pata trasera del cerdo, sin la mano. Este corte no se suele vender entera en fresco ya que se destinan a la elaboración del jamón curado. Si no se destina a la elaboración del jamón curado se preparan normalmente en asados y al horno.



Ilustración 15. Jamón.

Fuente: <http://www.carnesveronica.cl/carne-de-cerdo.php>

2.1.2.2.10. Codillo: Es la parte de la pata situada justo por encima de las manos. Se preparan asados, estofados o cocidos.



Ilustración 16. Codillo.

Fuente: <http://www.carnicascazorla.com/carne-cerdo.htm>

2.1.2.2.11. Manos: son tanto las traseras como las delanteras ya que no hay diferencia entre ambos. Tienen gran cantidad de huesos y son muy gelatinosas. No tienen nada de grasa. Se puede preparar a la brasa o guisados, cualquiera sea su elaboración es imprescindible cocerlos previamente.



Ilustración 17. Manos.

Fuente: <http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

2.1.2.2.12. Rabo: Pieza muy sabrosa, es poco valorada y se destina principalmente a guisos y, en menor medida, a la brasa. [7]



Ilustración 18. Rabo.

Fuente: <http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

2.1.3. Sistema de desarme de la res y cortes.

Comprende siete cortes principales:

1. Bistecs de agujas (escápulas).
2. Chuletas (costilla).
3. Chuletas de lomo (espinazo).
4. Chuletas de lomo alto (coxa).
5. Filete de brazo (húmero).
6. Pecho (esternón). Punta de pecho y costillas bajas.
7. Filete de pierna de redondo y de pernil (fémur). [13]

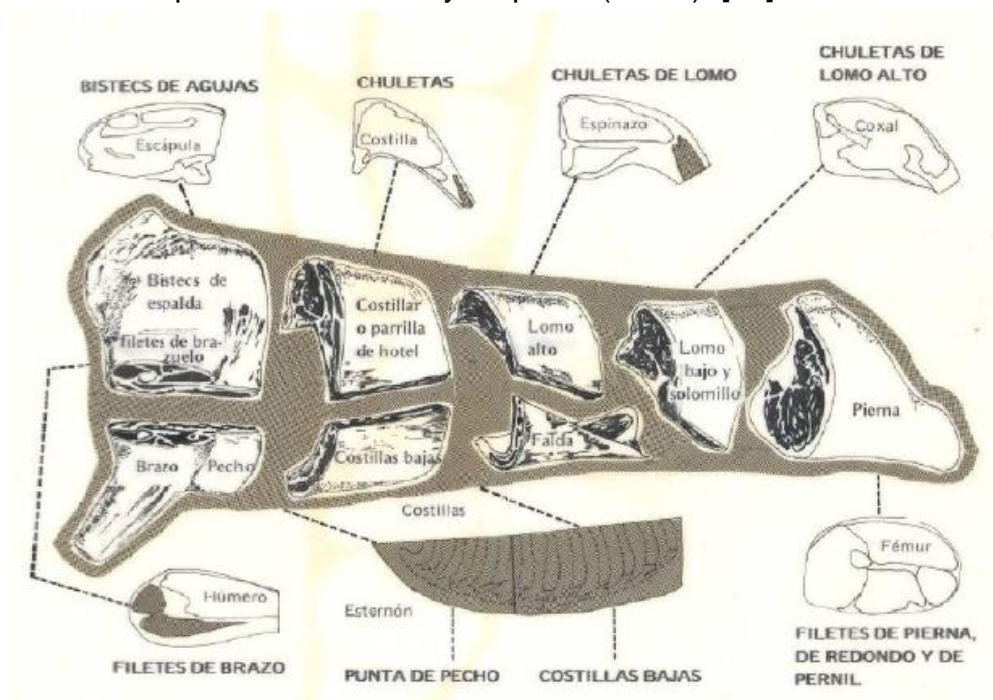


Figura 4. Cortes principales de la canal de res.

Fuente: INEN 772, (1985, p.8).

2.1.3.1. Cuarto trasero.

Diagrama de despiece del cuarto trasero:

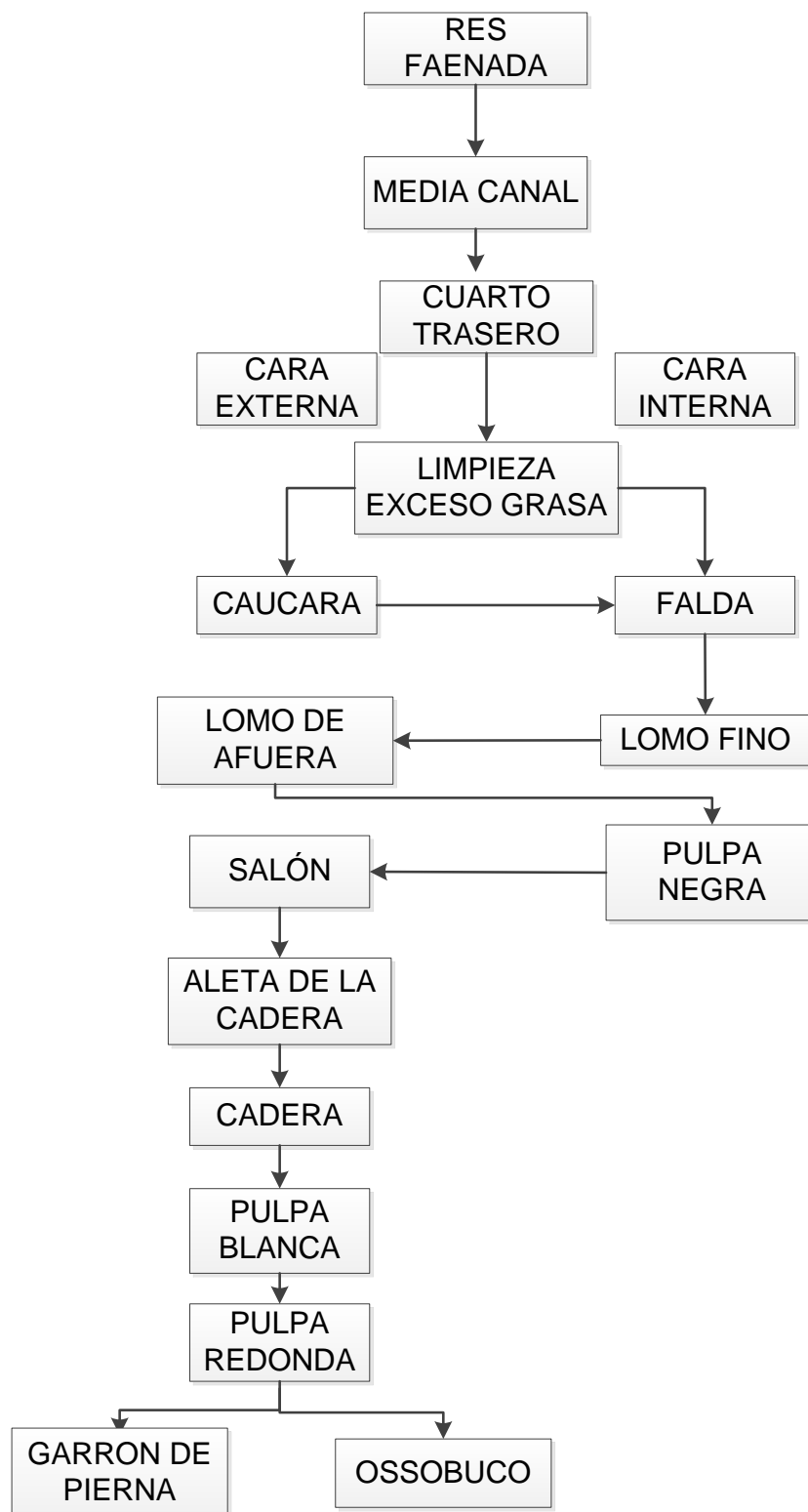


Diagrama 2. Diagrama de despiece del cuarto trasero de la res.

Este se inicia limpiando el exceso de grasa con lo que se logra una mejor visualización de la ubicación de las diferentes piezas de masas musculares.

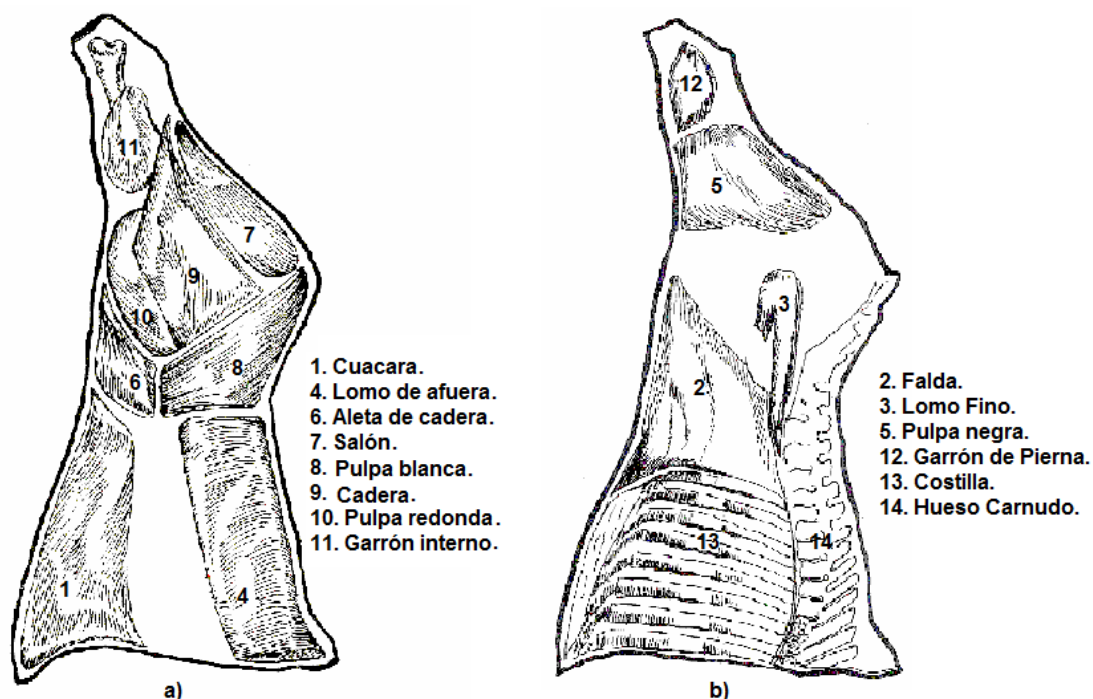


Figura 5. Ubicación de los cortes en la cara externa e interna del cuarto trasero de la canal. a) Cara externa; b) Cara interna.

Fuente: Quiroga, (p. 5).

Se retira la caucara (músculo entre falda y piel) iniciando el corte en la aleta de la cadera separando hacia abajo toda la masa muscular.



Ilustración 19. Separación de la caucara.

Fuente: Quiroga, (p. 6).

Para la falda se inicia también el corte en su parte unida a la aleta de cadera se continua hacia abajo pasando por la parte ventral del lomo de afuera y las vértebras hasta llegar al límite posterior de la treceava costilla bordeándola totalmente.



Ilustración 20. Separación de la falda.

Fuente: Quiroga, (p. 6).

El lomo fino comprende la parte más carnosa que se encuentra desde la cabeza del fémur hasta los riñones.



Ilustración 21. Separación del lomo fino.

Fuente: Quiroga, (p. 7).

Se realiza la separación de la región comprendida entre las vértebras lumbares y las torácicas en donde se incluyen el lomo de afuera y las costillas del cuarto quedando solo la pierna.



Ilustración 22. Extracción de la pierna.

Fuente: Quiroga, (p. 7).

El lomo de ancho está formado por la parte más carnosa de las vértebras.



Ilustración 23. Separación del lomo ancho.

Fuente: Quiroga, (p. 8).

La pulpa negra se obtiene cortando desde su inserción superior hacia abajo separando toda la masa muscular del fémur hasta llegar al hueso de la cadera.



Ilustración 24. Separación de la pulpa negra.

Fuente: Quiroga, (p. 8).

El salón o peceto se retira manteniendo la pierna colgada iniciando el corte en si inserción superior.



Ilustración 25. Separación del salón.

Fuente: Quiroga, (p. 9).

La pajarilla se obtiene cortando por la porción ligada a la pulpa redonda y se continúa por el límite de la pulpa blanca hasta separarla de la cadera.



Ilustración 26. Separación de la pajarilla.

Fuente: Quiroga, (p. 9).

La cadera se obtiene realizando un corte transversal en la dirección de la cabeza del fémur.



Ilustración 27. Separación de la cadera.

Fuente: Quiroga, (p. 9).

La pulpa blanca se retira cortando por la porción superior ligada al garrón de pierna y se continúa su separación teniendo en cuenta el límite adyacente que corresponde a la pulpa redonda y al fémur.



Ilustración 28. Separación de la pulpa blanca.

Fuente: Quiroga, (p. 10).

La Pulpa redonda se obtiene realizando una incisión por encima de la rótula y se separa en conjunto con la destazadura la cual tiene como base ósea el fémur.



Ilustración 29. Separación de la pulpa redonda.

Fuente: Quiroga, (p. 10).

El Garrón de pierna está formado por los últimos músculos que quedan alrededor de la pierna. [9]



Ilustración 30. Separación del garrón de pierna.

Fuente: Quiroga, (p. 11).

2.1.3.2. Cuarto delantero.

Diagrama de despiece del cuarto delantero:

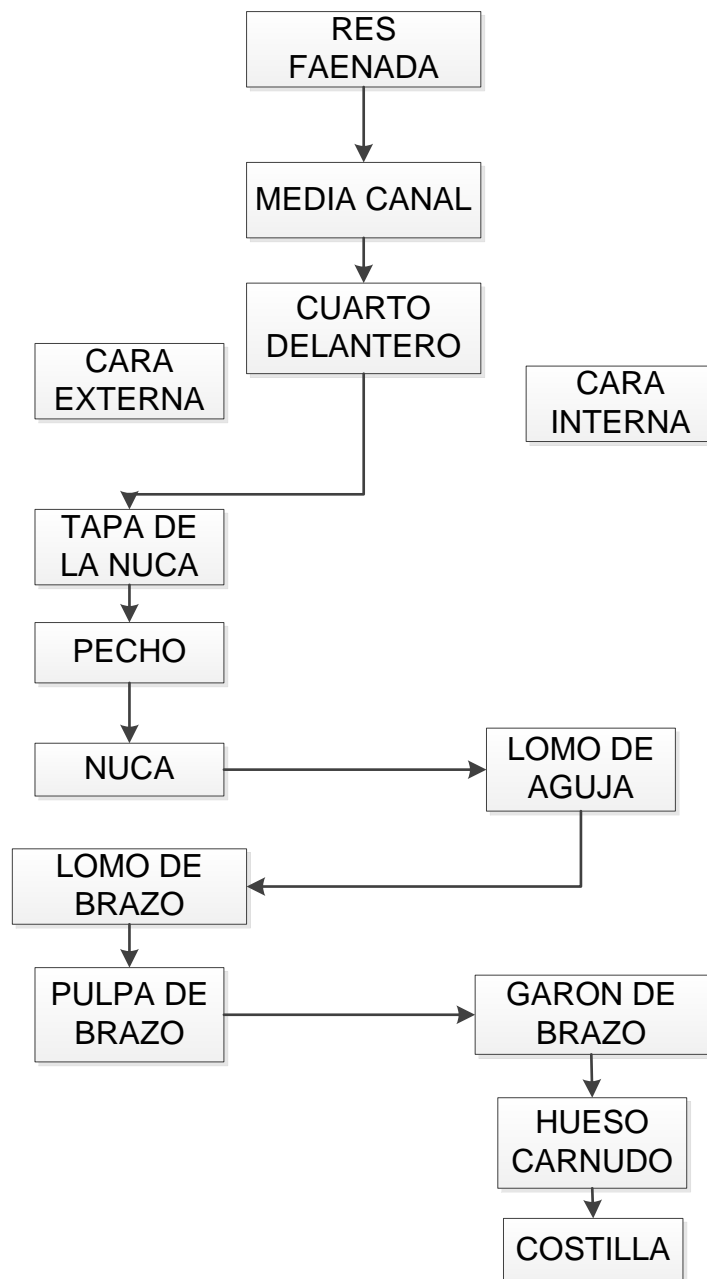


Diagrama 3. Diagrama de despiece del cuarto delantero de la res.

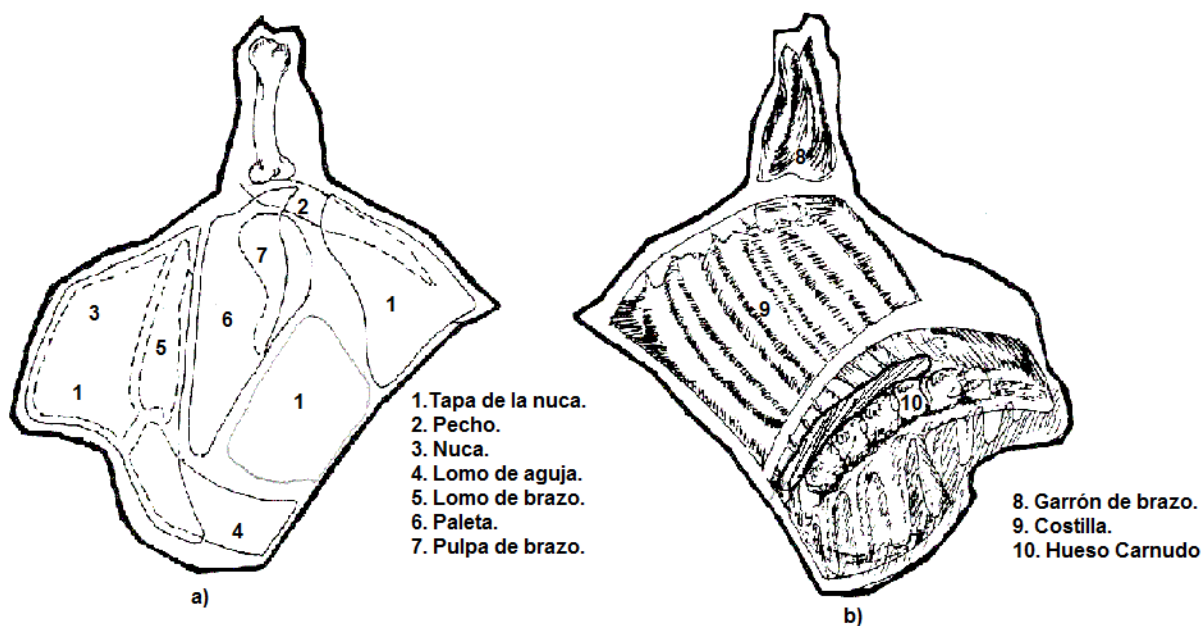


Figura 6. Ubicación de los cortes en la cara externa e interna del cuarto delantero de la canal. a) Cara externa; b) Cara interna.

Fuente: Quiroga, (p. 112).

Se inicia retirando la tapa de la nuca con lo que se consigue una mejor visualización de las demás masas musculares.



Ilustración 31. Separación de la tapa de la nuca.

Fuente: Quiroga, (p. 13).

El pecho se obtiene separando los músculos del esternón.



Ilustración 32. Separación del pecho.

Fuente: Quiroga, (p. 13).

Se retiran las vértebras y costillas con sus correspondientes músculos obteniéndose la nuca y el lomo de aguja.

La nuca incluye la carne que cubre las vértebras cervicales. En la región ventral del cuello se inicia el corte y termina bordeando la primera costilla.



Ilustración 33. Separación de la nuca.

Fuente: Quiroga, (p. 14).

El lomo de aguja incluye las cinco primeras vertebrae del tórax y se separa a partir de la primera.



Ilustración 34. Separación del lomo de aguja.

Fuente: Quiroga, (p. 14).

Se extrae la porción interna de la paleta obteniéndose el lomo de brazo.



Ilustración 35. Separación del lomo de brazo.

Fuente: Quiroga, (p. 15).

y de la porción interna se tiene la paleta y la pulpa de brazo.



Ilustración 36. Separación de la paleta.

Fuente: Quiroga, (p. 15).



Ilustración 37. Separación de la pulpa de brazo.

Fuente: Quiroga, (p. 15).

El garrón de brazo está formando por los músculos que cubren los huesos radio, cubito y la articulación del carpio.



Ilustración 38. Separación de la paleta.

Fuente: Quiroga, (p. 17).

Por último se separa la costilla que comprende los trece pares de costillas con sus correspondientes músculos y el hueso carnudo formado por las vértebras, el esternón y el hueso de la cadera.

En nuestro medio la carne de los cuartos delanteros se usan principalmente para carne molida. [14]



CAPITULO 3

3.1. Cálculo del tamaño y equipamiento de las cámaras de refrigeración.

3.1.1. Distribución de las cámaras de refrigeración dentro de la planta.

3.1.1.1. Datos proporcionados en el Centro de Acopio Cooperera Ltda.:

Tabla 5. Áreas de la nave industrial.

Áreas	
Área del terreno	801,50 m ²
Área de la nave	609,5 m ²
Área libre	192,00 m ²

Plano de la nave industrial. Ver: Anexo 1.

Cantidad de carne procesada al día: este valor es un estimado debido a que el centro de Acopio Cooperera Ltda., no cuenta con registros de la cantidad total de carnes que ingresan o salen de la planta ni de ningún registro de este tipo, los datos presentados a continuación nos fueron proporcionados por el Médico Veterinario a cargo de la compra de toda la materia prima siendo el único dato exacto que él maneja la cantidad de dinero que gasta semanalmente.

Tabla 6. Cantidad de carne procesada por día en el Centro de Acopio Cooperera Ltda.

Tipo de carne	Cantidad mensual (unidad)	Cantidad por día	Peso promedio
Cerdos	400-450	13-15	90 kg
Bovinos	140-160	4-5	250 kg
Pollo	12400	400	2,2 kg

Fuente: Cedillo M. (2012) [Comunicación personal] 20 de noviembre de 2012.



3.1.1.2. Proyección de la demanda actual de carne.

Dada la apertura de una nueva fonda en la ciudad de Cuenca y tres nuevas tiendas en la región costa creemos que cuadruplicando la cantidad de carne procesada se lograría cubrir la demanda que se va a generar siendo estos valores también aproximaciones ya que no contamos con datos suficientes a lo largo del tiempo para calcular esta proyección.

Tabla 7. Cantidad de carne actual y proyectada por día.

Tipo de Carne	Cantidad por día (unidad)	Cantidad proyectada por día (unidades)
Cerdos	13-15	52-60
Bovinos	4-5	16-20
Pollo	400	1600

La distribución se llevó a cabo en base al espacio físico de la nave industrial dispuesta para este fin y de una proyección de la cantidad de carne que se desea procesar. Los demás espacios no se consideraran para este estudio porque en ellos se encontrarán las otras áreas de trabajo y servicios básicos que consideren necesarios las personas encargadas de este particular.

3.1.1.3. Tamaño de las cámaras.

Este tamaño se determina en base a:

Cantidad y distribución de gavetas para la recepción de pollo, y Estándares para el colgado de carnes de res y cerdo.

Tabla 8. Densidad de almacenamiento de canales colgadas.

Parámetro	Dimensiones
Separación entre canales.	3 medias canales/m.
Densidad de carga res.	187,5 kg/m lineal.
Densidad de carga cerdo.	135 kg/m lineal.
Separación entre rieles.	0,7m.
Separación Riel-pared.	0,7m.
Altura del piso al techo.	3,50 m.
Altura del piso a la riel.	3,00 m.



3.1.1.3.1. Tamaño de la cámara de refrigeración para pollo.

Dato tecnológico: “Las gavetas de pollos faenados se deben almacenar de manera que se formen columnas de no más de 5 jabas cada una, con una separación de mínimo 5 cm entre columnas, cada columna irá asentada en una base de plástico de mínimo 5 cm de altura con relación al piso.” [15]

Tabla 9. Tamaño estándar de una gaveta plástica.

Parámetro	Dimensión
Largo	0,6 m
Ancho	0,4 m
Alto	0,3 m
Volumen	0,072 m ³

Cálculo del número de gavetas.

$$\text{Número de gavetas} = \frac{\text{cantidad de pollos}}{\text{pollos c/gaveta}}$$

$$\text{Número de gavetas} = \frac{1600}{12}$$

$$\text{Número de gavetas} = 134 \text{ gavetas.}$$

Cálculo del número de columnas.

$$\text{Número de columnas} = \frac{\text{Número de gavetas}}{5 \text{ gavetas}}$$

$$\text{Número de columnas} = \frac{134}{5}$$

$$\text{Número de columnas} = 26,8 \sim 27 \text{ columnas.}$$

Distribución de las gavetas dentro de la cámara de refrigeración: se colocaran horizontalmente las gavetas sobre los pallets:

- Se formarán 3 columnas de 7 gavetas y una cuarta columna de 6 gavetas.
- Estarán juntas dos columnas con una separación entre estas de 5 cm, dejando en el centro un espacio de 0,75 m para el acceso de los trabajadores.
- En esta distribución horizontal se procederá a colocar verticalmente las gavetas (5 en cada posición y una solo de 4). Teniendo un total de 134 gavetas.

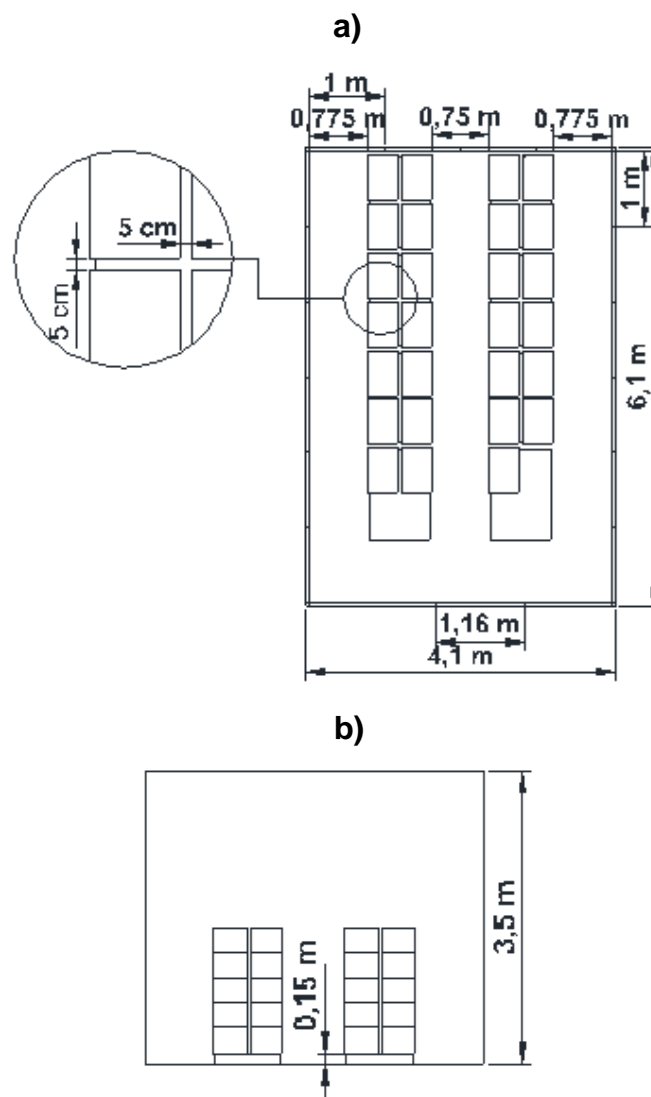


Figura 7. Distribución de gavetas: a) Vista transversal, b) Vista frontal.

De acuerdo con la distribución de las gavetas nos quedan las siguientes medidas para el cuarto frío para la recepción de pollo.

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Tabla 10. Tamaño de la cámara de refrigeración para pollo:

Parámetro	Dimensión (m)
Largo	6,1
Ancho	4,1
Alto	3,5

3.1.1.3.2. Tamaño de la cámara de refrigeración para Carne de Cerdo.

- **Cálculo de la carga máxima:**

$$Carga\ máxima = Número\ de\ medias\ canales \times Peso\ de\ la\ media\ canal$$

$$Carga\ máxima = 120 \times 45\ kg$$

$$Carga\ máxima = 5400\ kg$$

- **Cálculo de la longitud de riel:**

$$Longitud\ de\ riel = \frac{Carga\ máxima}{Densidad\ de\ carga}$$

$$Longitud\ de\ riel = \frac{5400\ kg}{135kg\ mlineal}$$

$$Longitud\ de\ riel = 40\ m\ lineales.$$

3.1.1.3.3. Tamaño de la cámara de refrigeración para Carne de Res.

- **Cálculo de la carga máxima:**

$$Carga\ máxima = Número\ de\ cuartos\ de\ canal \times Peso\ del\ cuarto\ de\ canal$$

$$Carga\ máxima = 80 \times 62,5\ kg$$

$$Carga\ máxima = 5000\ kg$$



- **Cálculo de la longitud de riel:**

$$\text{Longitud de riel} = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Densidad de carga}}$$

$$\text{Longitud de riel} = \frac{5000 \text{ kg}}{187,5 \text{ kg mlineal}}$$

$$\text{Longitud de riel} = 26,66 \sim 27 \text{ m lineales}$$

- **Distribución de las rieles:** las rieles deben tener una separación de 70 cm entre si y de riel a pared también de 70 cm como mínimo para tener una idea del ancho de las rieles calculamos el tipo de viga que se debe ocupar la cual tendrá que soportar las cargas máximas para cerdo y res.

Sistema de rieles para el transporte de las canales de res y cerdo.

Para determinar el tipo de viga que se va a utilizar para el sistema de rieles se calculó el módulo resistente S partiendo de la ecuación del esfuerzo de fluencia σ_b :

$$\sigma_b = \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{M}{\sigma_b}$$

Dónde:

σ_b : Esfuerzo de fluencia. [kg/cm²].

M: Momento. [kg/cm]

S: Modulo resistente. [cm⁴].

El momento M se calculó con la siguiente fórmula:

$$M = \frac{W \cdot L^2}{8}$$

Dónde:

W: Carga máxima. [kg/m].

L: Longitud de la viga. [m].

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.

También se tomó en cuenta un factor de seguridad $n = 0,6$ para cálculo del esfuerzo de fluencia σ_b :

$$\sigma_b = n \times \sigma_y$$

$$\sigma_b = 0,6 \times \sigma_y$$

El valor de σ_y para el acero ASTM A 36 se tomó de la siguiente tabla:

Tabla 11. Esfuerzo δ_y de aceros estructurales

Nomenclatura		δ_y
NMX	ASTM	kg/cm ²
B-254	A36	2 530
B-99	A529	2 950

Fuente: <http://ecotecnia.org/dimensio/acero/acero.htm>

Suponiendo una carga máxima W de 187,5 kg/m que han de soportar la rieles en el cuarto de recepción de las canales de res y de 135 kg/m para el caso de las canales de cerdo (Tabla 8.) y que esta carga está uniformemente distribuida a lo largo de la dicha viga como se indica en la Figura 4.

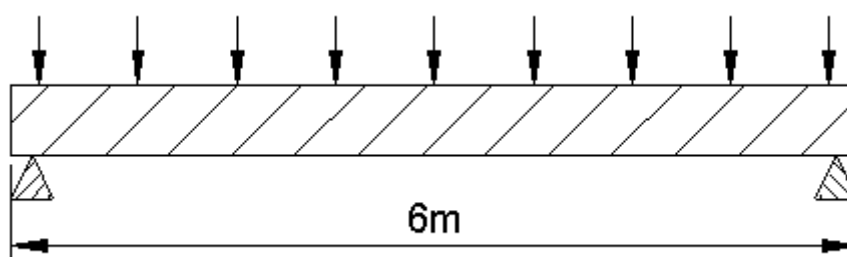


Figura 8. Distribución de la carga sobre la viga de acero.

Se tomó como longitud de la viga 6 m ya que este es el largo normal para vigas de acero y se encuentran en el mercado. [16]

Una vez calculado el módulo resistente se busca el valor q más se acerque en la tabla:

Tabla 12. Dimensiones para perfiles I.

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES					PROPIEDADES					
	h	s	e	t	R	ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/m	INERCIA (cm ⁴)		MÓDULO RESISTENCIA (cm ³) SECCIÓN	
	mm	mm	mm	mm	mm			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00

Fuente: DIPAC productos de acero.

Sistema de rieles para el transporte de las canales de cerdo.

Cálculo del esfuerzo de fluencia:

$$\sigma_b = n \times \sigma_y$$

$$\sigma_b = 0,6 \times \sigma_y$$

$$\sigma_b = 0,6 \times 2530 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_b = 1518 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo del momento:

$$M = \frac{W \cdot L^2}{8}$$

$$M = \frac{135 \frac{kg}{m} (6m)^2}{8}$$

$$M = 607,5 kg \cdot m \rightarrow 60750 kg \cdot cm$$



Cálculo del módulo de resistencia:

$$S = \frac{M}{\sigma_b}$$

$$S = \frac{60750 \text{ kg.cm}}{1518 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S = 40,01 \text{ cm}^3$$

En la Tabla 12., se busca la viga cuyo módulo de resistencia sea el que más se acerque al valor calculado.

La viga que se va a utilizar para las rieles es la IPE 240.

Sistema de rieles para el transporte de las canales de res.

Cálculo del esfuerzo de fluencia:

$$\sigma_b = n \times \sigma_y$$

$$\sigma_b = 0,6 \times \sigma_y$$

$$\sigma_b = 0,6 \times 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_b = 1518 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo del momento:

$$M = \frac{W \cdot L^2}{8}$$

$$M = \frac{187,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}} (6\text{m})^2}{8}$$

$$M = 843,75 \text{ kg.m} \rightarrow 84375 \text{ kg.cm}$$

Cálculo del módulo de resistencia:

$$S = \frac{M}{\sigma_b}$$

$$S = \frac{84375 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{1518 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$S = 55,58 \text{ cm}^3$$

La viga que se va a utilizar para las rieles es la IPE 270 con un módulo de resistencia de $62,2 \text{ cm}^3$. (Tabla 12.).

Finalmente se graficó el sistema de rieles de la longitud calculada anteriormente y se las distribuyó de manera que se utilicen vigas de 6 m quedándonos las siguientes dimensiones para los diferentes cuartos fríos.

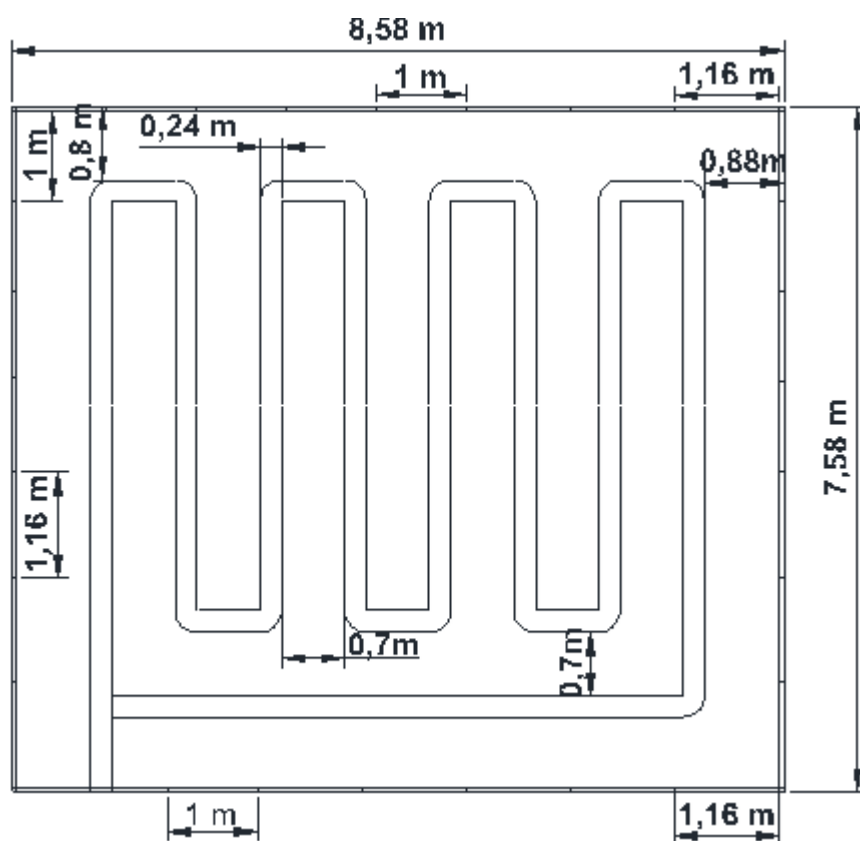


Figura 9. Cámara de refrigeración para cerdo.

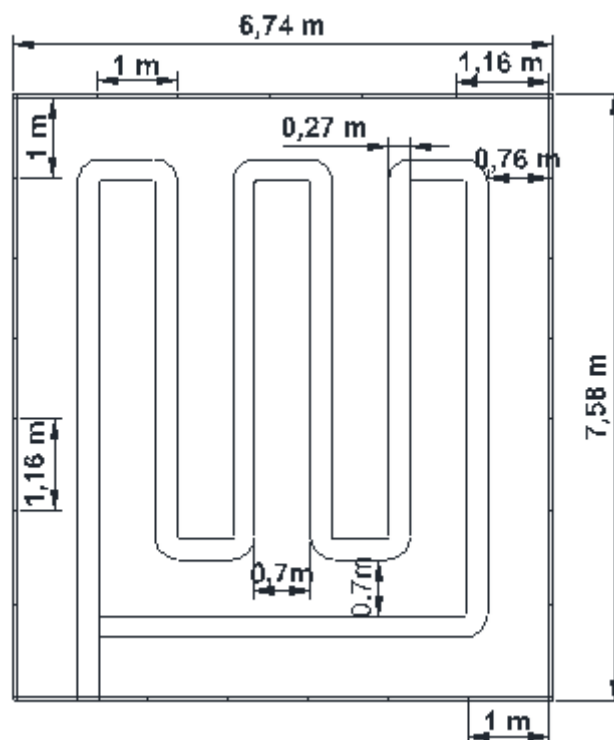


Figura 10. Cámara de refrigeración para res.

Tabla 13. Dimensiones de las cámaras de refrigeración para cerdo y res.

Cámara	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Cerdo	7,58	8,58	3,5
Res	7,58	6,74	3,5

3.1.1.3.4. Tamaño de los cuartos climatizados para despiece.

El tamaño de los cuartos climatizados para despiece lo determinamos gráficamente por lo que el ancho de dichos cuartos quedo el mismo que de los cuartos fríos para cada tipo de carne, en el caso del cuarto de despiece del pollo este tendrá un metro más, el largo lo determinamos en el espacio restante dejando un pasillo de 1,5 metros.

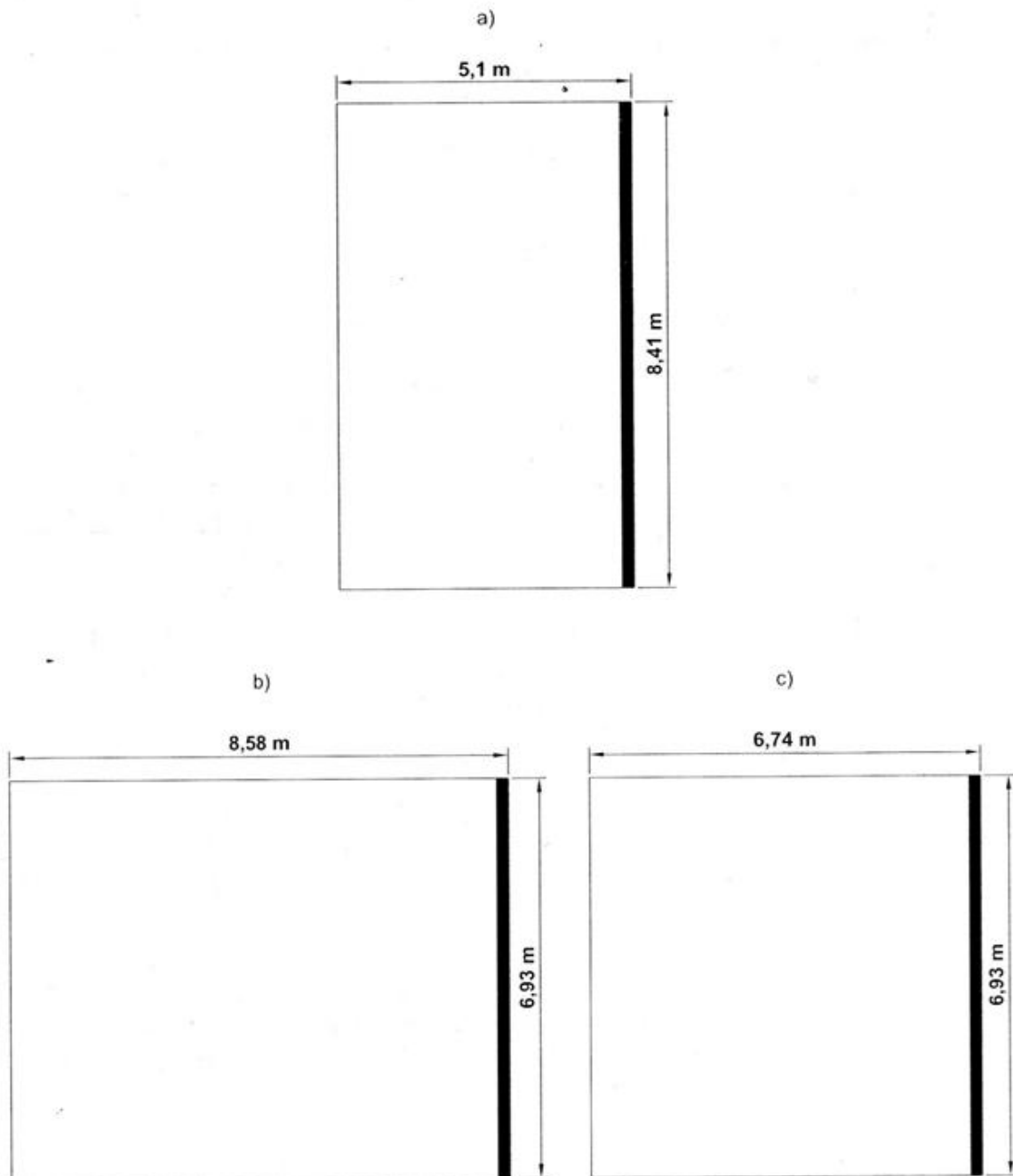


Figura 11. Cuartos climatizados para despiece. a) Pollo; b) Cerdo; c) Res.

U de Cuenca	ANA VALERIA BANEAS ORELLANA, LOURDES MIKAELA IDROVO LEON	10/04/2013	
C.C.Q.Q.		PLANO I	
		ESCALA 1/200	
Ing. Quimica	TAMAÑO DE LOS CUARTOS CLIMATIZADOS PARA DESPIECE DE POLLO, CERDO Y RES	Nº. Hojas. 153	Hoja Nº. 75

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Tabla 14. Dimensiones de los cuartos climatizados para despiece de pollo, cerdo y res.

Despiece	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Pollo	8,41	5,1	3,5
Cerdo	6,93	8,58	3,5
Res	6,93	6,74	3,5

3.1.1.3.5. Tamaño de la cámara de refrigeración para producto terminado.

Para este cálculo se tomó el volumen de las canales de res y cerdo sin hueso y se distribuyó en el volumen de las gavetas obteniendo así el número máximo de gavetas que se necesitan para cubrir el total de carne procesada. A este valor se sumó el número de gavetas con pollo.

El volumen de las canales se calculó con las siguientes formulas:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Dónde:

ρ : Densidad. [kg/m³].

m: Masa. [kg].

V: Volumen. [m³]

Se partió de la siguiente distribución promedio del peso del Ganado Bovino para determinar la cantidad de carne sin hueso en la canal:

- 70 % carne
- 20 % hueso
- 10% sebo

Fuente: Fedegan.org.co

Y como valor de la Densidad de la carne se tomó, $\rho = 1\,042\text{ Kg/m}^3$.

Fuente: Propiedades Termo-físicas de la Carne, Ochoa O, Amézquita A, Chejne F. Universidad Nacional de Colombia.

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Cálculo del peso de las canales sin hueso.

Peso total de las canales de cerdo en un día: 2700 kg

Peso total de las canales de cerdo sin hueso: $2700 \times 0,7$

Peso total de las canales de cerdo sin hueso: 1890 kg

Peso total de las canales de res en un día: 2500 kg

Peso total de las canales de res sin hueso: Peso total de las canales de res \times % carne

Peso total de las canales de res sin hueso: $2500 \times 0,7$ kg

Peso total de las canales de res sin hueso: 1750 kg

Cálculo del volumen de las canales de cerdo.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{1890 \text{ kg}}{1042 \text{ kg m}^3}$$

$$V = 1,813 \text{ m}^3$$

Volumen de una gaveta: $0,072 \text{ m}^3$.

Número de gavetas: 25,180 ~ 26 gavetas

Cálculo del volumen de las canales de res.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{1750kg}{1042kg \ m^3}$$

$$V = 1,679 \ m^3$$

Volumen de una gaveta: 0,072 m³.

Número de gavetas: 23,325 ~ 24 gavetas.

Total de gavetas: gavetas cerdo + gavetas res + gavetas pollo.

.

Total de gavetas: 134 + 26 + 24

Total de gavetas: 184

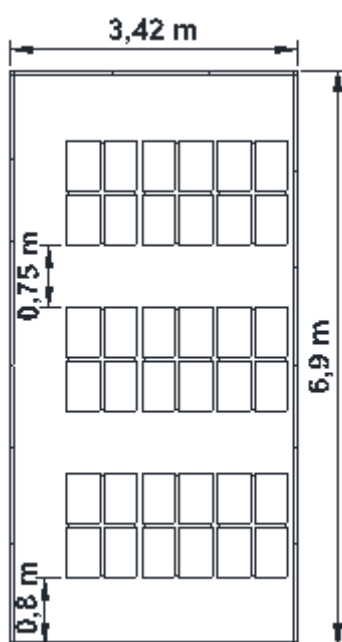


Figura 12. Cámara de refrigeración para producto terminado.

Tabla 15. Dimensiones de la cámara de refrigeración para producto terminado.

Cámara	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Producto terminado	6,9	3,42	3,5

3.1.2. Equipamiento de los cuartos climatizados para despiece.

Tabla 16. Equipos y cantidades para los cuartos climatizados para despiece.

Equipo	Cantidad
Mesa	6
Sierra de cinta	2

Tabla 17. Dimensiones de las mesas para despiece.

Dimensiones	M
Largo	2
Ancho	1
Altura	0,8

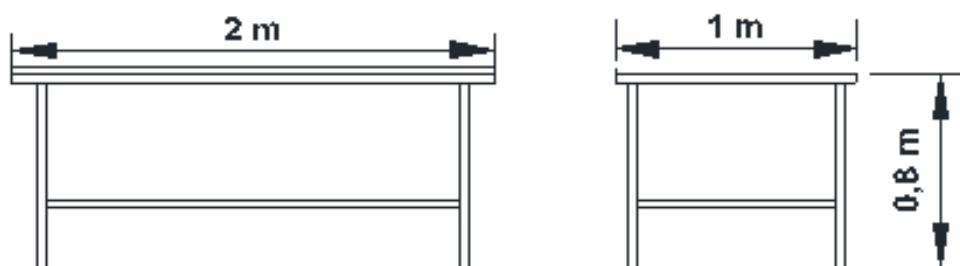


Figura 13. Mesa



Ilustración 39. Sierra de cinta

Fuente:

<http://www.logismarket.com.ar/navigation/search/SearchTextualAction.do?sp=true&searchParam=sierra%20de%20cinta%20para%20carne>



Los cuartos climatizados para despiece de pollo contarán con dos mesas (Figura 15.), los cuartos climatizados para despiece de cerdo y res llevarán dos mesas y una sierra de cinta cada uno (Figura 16.), estos contarán con dos lavabos cada uno.

Tabla 18. Herramientas y cantidades en los cuartos climatizados para despiece.

Herramientas	Cantidad
Cuchillo deshuesador	12
Cuchillo cortador	12
Cuchillo carnicero	8
Cuchillo picador	8
Ganchos	8
Gavetas	184
Base con ruedas	20
Pallets	17

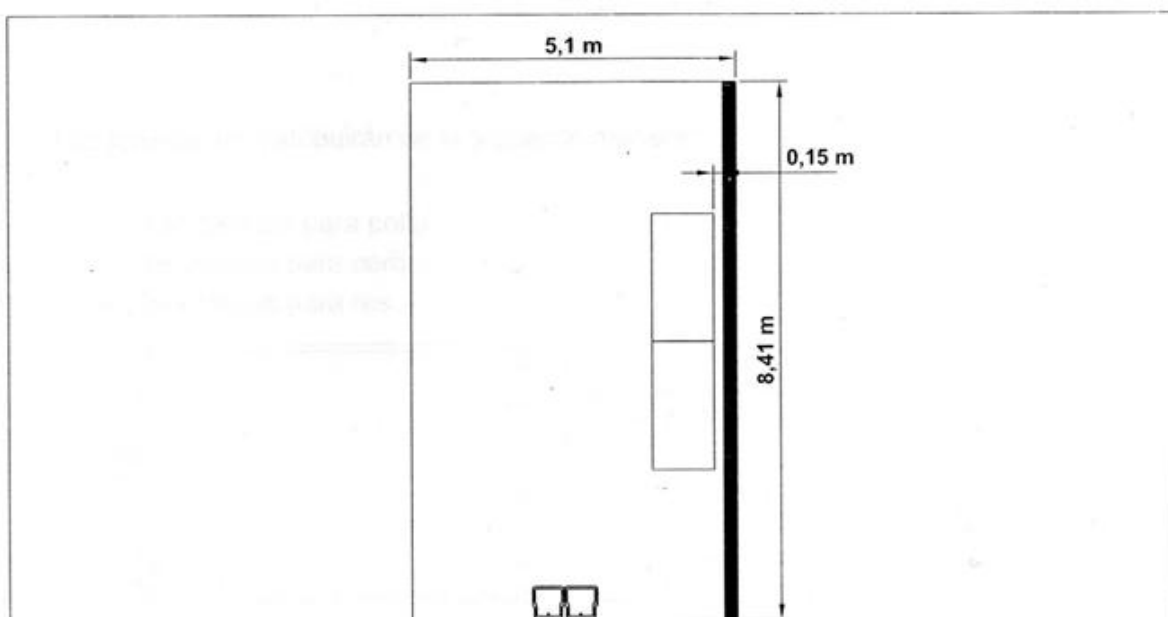


Figura 15. Ubicación de las mesas y lavabos en el cuarto climatizado para despiece de pollo.

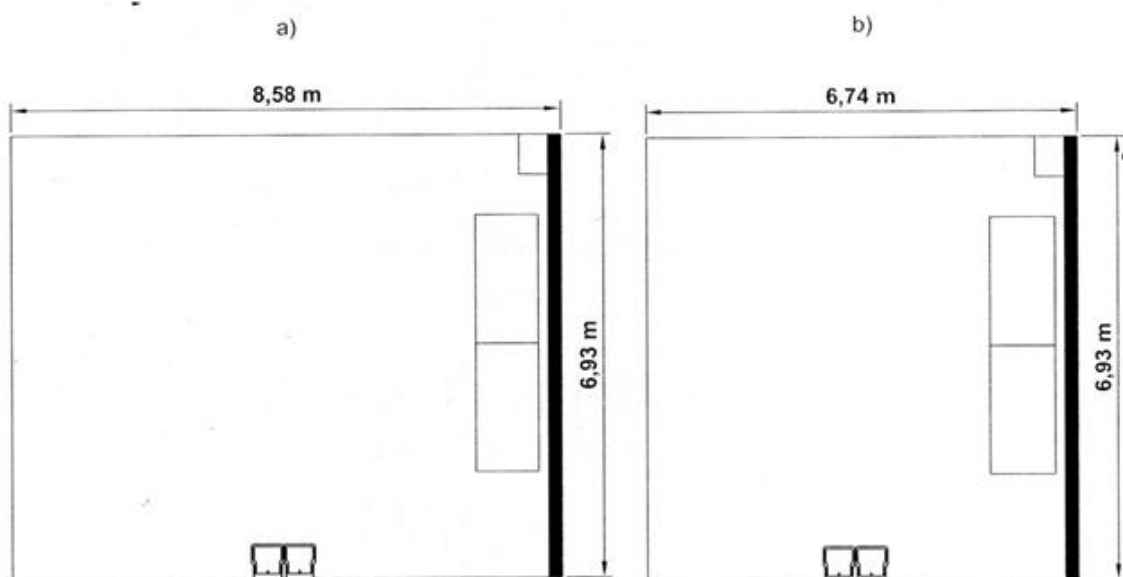


Figura 16. Ubicación de las mesas, lavados y sierra de cinta en el cuarto climatizado para despiece. a) Cerdo, b) Res.

U de Cuenca	ANA VALERIA BANEGAS ORELLANA, LOURDES MIKAELA IDROVO LEON	10/04/2013	
C.C.Q.Q.		PLANO 2	
		ESCALA 1/200	
Ing. Quimica	UBICACIÓN DE MESAS, LAVADOS Y SIERRAS (CERDO Y RES) DENTRO DE LOS CUARTOS CLIMATIZADOS DE DESPIECE	Nº Hojas. 153	Hoja Nº. 81

Las gavetas se distribuirán de la siguiente manera:

- 134 gavetas para pollo.
- 26 gavetas para cerdo.
- 24 gavetas para res.

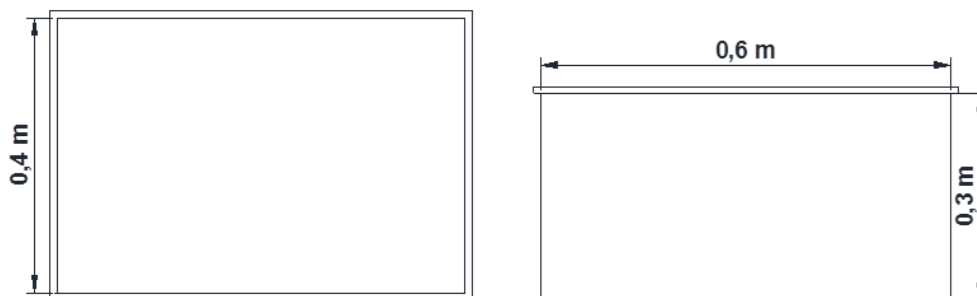


Figura 16. Gavetas.

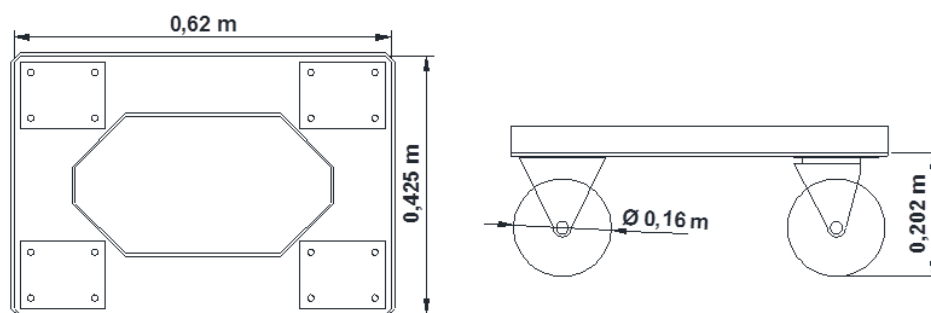


Figura 17. Base con ruedas.

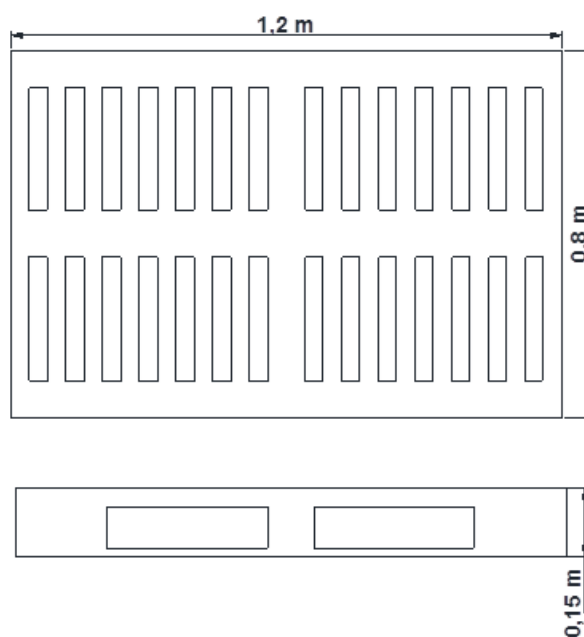


Figura 18. Pallets



En los cuartos climatizados para despiece de cerdo y res irán cuatro ganchos en cada uno.

Se sugieren 20 bases con ruedas las cuales se utilizarán según se necesiten, permanentemente estarán 4 en cada cuarto frío de despiece.

Los pallets irán distribuidos de la siguiente manera:

- 8 pallets en los cuartos de pollos.
- 9 en el almacén de producto terminado.

Herramientas de seguridad.

Tabla 19. Herramientas de seguridad y cantidad.

Herramientas de seguridad	Cantidad
Casco	2
Guante de acero	8

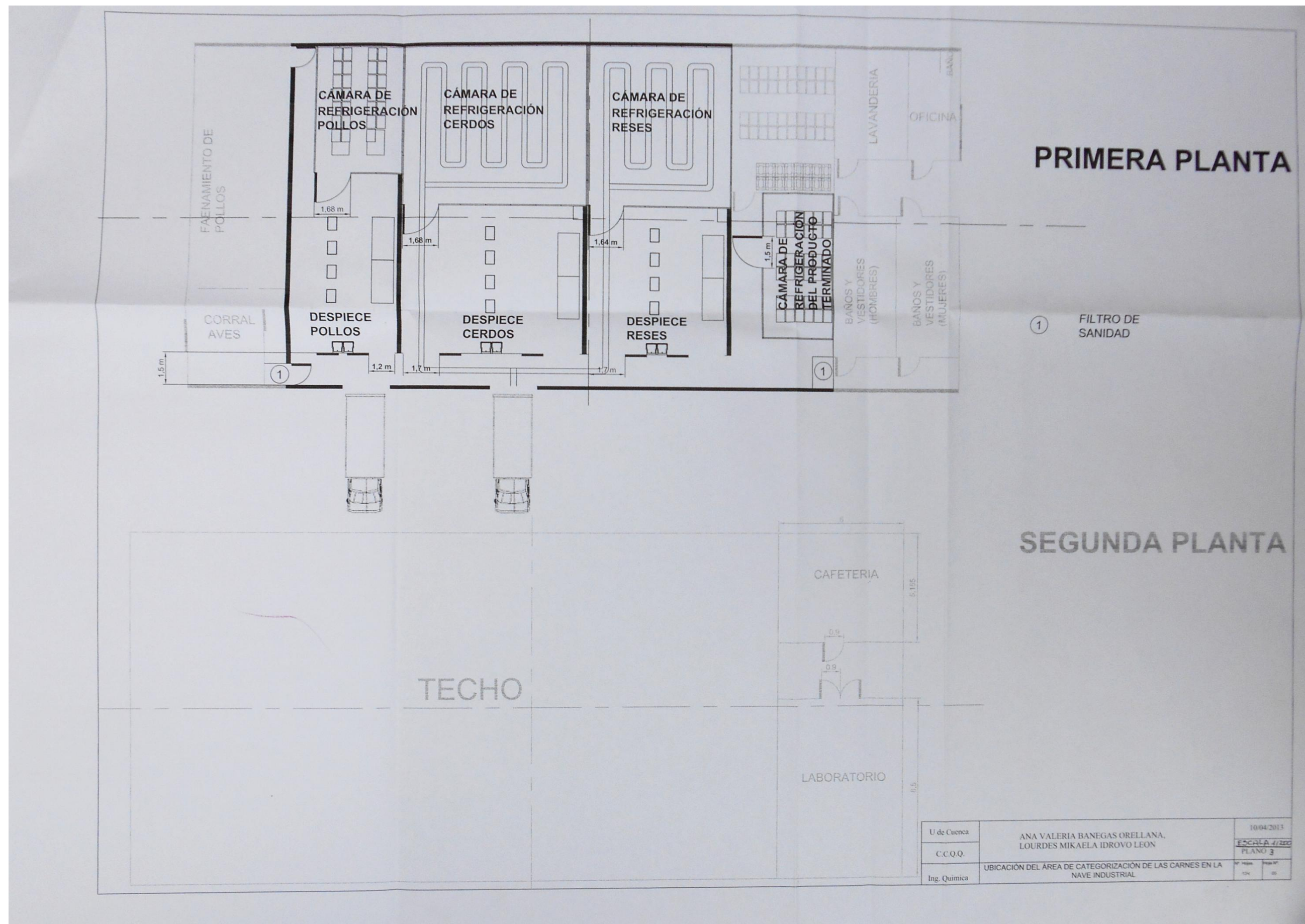
Los cascos se usan para ingresar y sacar las canales de los cuarto frío de recepción.

Los guantes de acero se usarán durante todo el desarme de las canales.

Ropa de trabajo

Tabla 20. Ropa de trabajo y cantidad.

Ropa de trabajo	Cantidad
Botas de goma con interior de fieltro	15 pares
Delantales impermeables	15
Trajes con relleno de plumón	15
Delantales con cadenas	8
Cofias	15



CAPITULO 4

4.1. Cálculo del sistema de refrigeración.

4.1.1. Cálculo de la potencia del compresor para las cámaras de refrigeración.

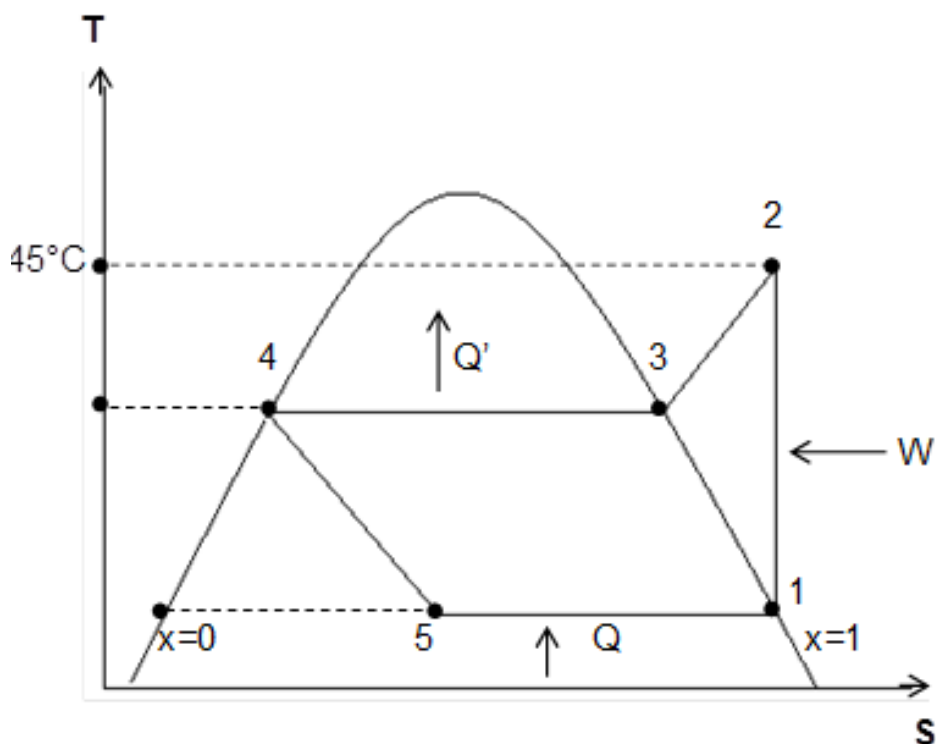


Figura 20. Diagrama entropía-temperatura para el ciclo de refrigeración

Estado 1 → Vapor saturado seco y presión baja.

Estado 2 → Proceso isentrópico.

Estado 3 → Vapor saturado seco.

Estado 4 → Líquido saturado.

Estado 5 → Vapor saturado húmedo por evaporación flash.

Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$



Dónde:

Q_{5-1} : Calor de evaporación. [kcal/kg].

h_1 : entalpia en el estado 1(entrada del compresor). [kcal/kg].

h_5 : entalpia en el estado 5 (entrada del evaporador). [kcal/kg].

Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

Dónde:

W_{1-2} : Caudal másico en el compresor. [kg/kg].

J: Equivalente mecánico del calor [J].

h_2 : Entalpia en el estado 2(salida del compresor). [kcal/kg].

h_1 : Entalpia en el estado 5 (entrada del compresor). [kcal/kg].

Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref} .

$$W_{ref} \times Q_{5-1} = q_{evap}$$

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

Dónde:

W_{ref} : Caudal másico del refrigerante. [kcal/kg].

Q_{5-1} : Calor de evaporación. [kcal/kg].

q_{evap} : Flujo de calor del evaporador [kcal/kg].

Cálculo del efecto frigorífico.

$$\epsilon = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1}$$

Dónde:

h_1 : entalpia en el estado 1(entrada del compresor). [kcal/kg].

h_2 : Entalpia en el estado 2(salida del compresor). [kcal/kg].

h_5 : entalpia en el estado 5 (entrada del evaporador). [kcal/kg].

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



Cálculo de la potencia del compresor.

$$Pot = \frac{W_{Ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

Dónde:

Pot: Potencia del compresor. [HP].

W_{Ref} : Caudal másico del refrigerante. [kcal/kg].

W_{1-2} : Caudal másico en el compresor. [kg/h].

$\eta_{compresor}$: Rendimiento del compresor (75%).

Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial:

- 1) Temperatura entrada del evaporador: -25 °C.
- 2) Temperatura entrada del condensador: 45 °C.
- 3) Sobreenfriamiento: 5 °C.
- 4) Sobrecalentamiento: 45 °C.
- 5) Coeficiente de compresión Isotrópica.

$$P_{evap} = 2,54 \text{ bar}$$

$$P_{cond} = 20,36 \text{ bar}$$

Del diagrama de Mollier (Anexo 2.) para el refrigerante R404 A obtuvimos los siguientes datos:

$$h_4 = h_5$$

Tabla 21. Datos termodinámicos para el refrigerante R404A.

E	P (bar)	t (°C)	h (kJ/kg)	S (kJ/kg.K)	x
1	2,54	-25	254	1,63	1
2	20,36	45	290	1,63	>1
3	20,36	-	285	-	1
4	20,36	-	167	-	0
5	2,54	-25	167	-	-



Calor total de evaporación.

Cámara de refrigeración: Para este cálculo consideramos la sumatoria de los calores generados por las canales, los trabajadores, y el flujo de calor a través de las paredes, techos e iluminación.

$$q_{evap\ Total} = q_{canales} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

Cuartos de despiece: Para este cálculo consideramos la sumatoria de los calores generados por la masa de aire dentro del cuarto, los trabajadores, y el flujo de calor a través de las paredes, techos e iluminación.

$$q_{evap\ Total} = q_{aire} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

Calor liberado por las canales: este cálculo lo realizamos con las siguientes fórmulas:

$$Q_{evapcanal} = m_{canal} \times Cp_{canal} (t_{entrada} - t_{salida})$$

$$m_{canal} = W_{c\ canal} \times N_c$$

$$q_{evap} = \frac{Q_{evapT}}{\theta_{ref}}$$

Dónde:

$Q_{evapcanal}$: Calor de evaporación de las canales. [kJ].

m_{canal} : Masa total de las canales. [kg].

Cp_{canal} : Calor específico de la carne. [kJ/kg°C].

$t_{entrada}$: Temperatura de entrada. [°C].

t_{salida} : Temperatura salida. [°C].

$Wc/canal$: Peso de cada canal. [kg].

N_c : Número de canales.

q_{evap} : Flujo de calor. [kW].

θ_{ref} : Tiempo de refrigeración. [h].



Calor liberado por la masa de aire: este cálculo lo realizamos con las siguientes fórmulas:

$$Q_{evapaire} = m_{aire} \times Cp_{aire}(t_{entrada} - t_{salida})$$

$$m_{aire} = \rho \times V$$

$$q_{evap} = \frac{Q_{evapT}}{\theta_{ref}}$$

Dónde:

$Q_{evapaire}$: Calor de evaporación del aire. [kJ].

m_{aire} : Masa de aire. [kg].

Cp_{aire} : Calor específico del aire. [kJ/kg°C].

$t_{entrada}$: Temperatura de entrada. [°C].

t_{salida} : Temperatura salida. [°C].

ρ : Densidad del aire. [kg/m³].

V : Volumen del cuarto. [m³].

q_{evap} : Flujo de calor. [kW].

θ_{ref} : Tiempo de refrigeración. [h]. [17]

Flujo de calor liberado por los trabajadores: se encontrará trabajando una sola persona que es la que cumplirá con la funciones de acomodar las canales y distribuirlas a lo largo de las rieles así como también su traslado al cuarto de despiece.

El cálculo de este calor viene dado por la siguiente formula:

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

Dónde:

$q_{trabajadores}$: Calor liberado por los trabajadores. [kcal/kg].

Q : Calor liberado por persona. Tabla 22.

n : Número de personas a la vez.

θ : Tiempo de permanencia.

θ_{Total} : Tiempo total.

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.

Tabla 22. Potencia liberada por persona en función de la temperatura de la cámara frigorífica.

Temperatura de la cámara (°C)	Potencia liberada por persona (W)
10	210
5	240
-5	270
-10	300
-15	360
-20	390
-25	420

Fuente:

<http://www.scalofrios.es/Frio/Cargas%20Termicas/Apuntes%20Maquinas%20%28Cargas%20termicas%20de%20Refrigeracion%29.pdf>

El flujo de calor a través de las paredes: todas las paredes de las cámaras frigoríficas irán revestidas con planchas aislantes prefabricadas cuyo espesor se indica a continuación:

Espesor de los paneles: El espesor que escogimos es 50 mm, este espesor fue el recomendado por la empresa MAFRICO para la temperatura que manejamos en el cuarto frío y para la región geográfica en la que nos encontramos.

Tabla 23. Espesores de los panales aislantes.



Espesor de panel mm.	Ancho útil mm.		Peso kg./m ²	Separación máxima entre apoyos
50	1.000	1.160	8.95	3.40
60	1.000	1.160	9.33	3.75
75	1.000	1.160	10.42	4.25
100	1.000	1.160	10.84	4.75
125	1.000	1.160	11.45	5.25
150	1.000	1.160	12.70	6.00

Fuente: MAFRICO



El flujo de calor a través de las paredes viene dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{paredes} = \frac{A (T_1 - T_2)}{\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i}}$$

Dónde:

$Q_{paredes}$: Flujo de calor a través de las paredes.

A: Área total de las paredes. [m²].

T1: Temperatura exterior. [K].

T2: Temperatura interior. [K].

e_i : Espesores de las paredes. [m].

k_i : Conductividad térmica. [W/(m·K)].

Tabla 24. Materiales, conductividades térmicas y espesores para paredes y paneles aislantes.

Material	Conductividad térmica (W/m.K)	Espesor (mm)
Concreto	55,8	100-200
Espuma de Poliuretano	0,029	50
Acero	58	3
Cerámica	0,81	50

Fuente:

<http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.asp>

Morales D. (2013) [Comunicación personal] 10 de enero de 2013.

Flujo de calor a través del techo: el techo irá recubierto con el mismo tipo de planchas que las paredes y su cálculo se realizó con la siguiente fórmula.

$$Q_{techo} = \frac{A (T_1 - T_2)}{\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i}}$$

Flujo de calor a través de la puerta: esta puerta será de los mismos materiales que las planchas aislantes, por lo que se mandará a hacer la puerta a medida. Este cálculo lo realizamos mediante la siguiente formula:

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



$$Q_{techo} = \frac{A (T_1 - T_2)}{\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i}}$$

Flujo de calor generado por la iluminación: este cálculo se realizó según la cantidad de iluminación apropiada para la actividad que se efectúa en los distintos cuartos.

Basándonos en el área de cada cuarto y los valores de la siguiente tabla determinamos la potencia adecuada y la cantidad de las lámparas para obtener el nivel de iluminación requerido.

Tabla 25. Potencias y flujos luminosos para lámparas incandescentes.

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo Luminoso lm
Lámpara incandescente	40	430
	100	1300
	300	5000

Fuente: http://www.lanin.com/Info_tecnica/pres_3.htm

Y mediante la siguiente fórmula determinamos el calor total generado por las lámparas.

$$Q_{iluminación} = \frac{P \times t}{t_{total}}$$

Dónde:

$Q_{iluminación}$: Calor generado por la iluminación. [kW].

P: Potencia total de las lámparas. [W].

θ : Tiempo de funcionamiento. [h].

θ_{Total} : Tiempo total. [h]. [18]



4.1.1.1. Cámara de refrigeración para pollo

4.1.1.1.1. Cálculo del calor liberado por los pollos.

Datos:

$C_{p\text{canal}}$: 3,3 kJ/kg°C.

t_{entrada} : 10 °C.

t_{salida} : 4 °C.

$W_{c/\text{pollo}}$: 2,2 kg.

N_{pollos} : 1600.

θ_{ref} : 4 h.

$$Q_{\text{evap pollo}} = m_{\text{pollo}} \times C_{p\text{pollo}} \ t_{\text{entrada}} - t_{\text{salida}}$$

4.1.1.1.1.1. Cálculo de la masa total del pollo.

$$m_{\text{pollo}} = W_{c \text{ pollo}} \cdot N_{\text{pollos}}$$

$$m_{\text{pollo}} = 2,2 \times 1600$$

$$m_{\text{pollo}} = 3520 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{evap pollo}} = 3520 \times 3,3 \times (10 - 4)$$

$$Q_{\text{evap pollo}} = 69696 \text{ kJ}$$

4.1.1.1.1.2. Cálculo del flujo calórico del pollo.

$$q_{\text{evap}} = \frac{Q_{\text{evap}T}}{\theta_{\text{ref}}}$$

$$q_{\text{evap}} = \frac{69696}{4}$$

$$q_{\text{evap}} = 17424 \text{ kW}$$



4.1.1.1.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores.

Datos:

Q: 243 W. Por interpolación de la Tabla 21.

n: 1.

θ : 4,666 h. 2 h para ingresar y acomodar las gavetas con los pollos faenados y 2,666 horas para sacar y llevar las gavetas al área de despiece.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{243 \times 1 \times 4,666}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 47,243 \text{ W}$$

$$q_{trabajadores} = 0,047 \text{ KW}$$

4.1.1.1.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared estará en contacto con el medio ambiente, formada por concreto y el revestimiento de aislante.

Datos:

A: 14 m².

T1: 15 °C → 288,15 K.

T2: 4°C. → 277,15 K.

$$q_{pared\ posterior} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ posterior} = \frac{14 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,2}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$



$$q_{pared\ posterior} = 88,977\ W$$

$$q_{pared\ posterior} = 0,088\ kW$$

Pared izquierda: esta pared se encuentra en contacto con el pasillo donde la temperatura es de 8 °C.

Datos:

$$A: 21\ m^2.$$

$$T1: 8\ ^\circ C \longrightarrow 281,15\ K.$$

$$T2: 4^\circ C. \longrightarrow 277,15\ K.$$

$$q_{pared\ izquierda} = \frac{A\ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ izquierda} = \frac{21\ 281,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ izquierda} = 48,717\ W$$

$$q_{pared\ izquierda} = 0,048\ kW$$

Pared derecha: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío del cerdo cuya temperatura es de 4 °C por lo que no habrá flujo de calor.

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el cuarto de despiece del pollo cuya temperatura es de 8 °C.

Datos:

$$A: 14\ m^2.$$

$$T1: 8\ ^\circ C \longrightarrow 281,15\ K.$$

$$T2: 4^\circ C. \longrightarrow 277,15\ K.$$



$$q_{pared\ frontal} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ frontal} = \frac{14 \ 281,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ frontal} = 32,478 \ W$$

$$q_{pared\ frontal} = 0,032 \ kW$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{paredposterior} + q_{paredizquierda} + q_{pareddercha} + q_{paredfrontal}$$

$$q_{Tparedes} = 0,088 + 0,048 + 0 + 0,032$$

$$q_{Tparedes} = 0,168 \ kW$$

4.1.1.1.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

A: 24 m².

*T*₁: 15 °C → 288,15 K.

*T*₂: 4°C. → 277,15 K.

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{techo} = \frac{24 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 153,110 \ W$$

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



$$q_{techo} = 0,153 \text{ kW}$$

4.1.1.1.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 220 lux.

Cálculo de la cantidad de lámparas: tomando los valores de la Tabla 25., con un área de 24 m² para una lámpara de 100W tenemos:

$$\text{Luminiscencia} = \frac{1300}{24}$$

$$\text{Luminiscencia} = 54,166 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1		54,166
X= 4,061 ~ 5		220

Necesitamos 5 lámparas de 100W.

P: 500 W.

θ: 3 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{iluminación} = \frac{500 \times 3}{24}$$

$$q_{iluminación} = 62,500 \text{ W}$$

$$q_{iluminación} = 0,062 \text{ kW}$$

4.1.1.1.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap \text{ Total}} = q_{canales} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap \text{ Total}} = 17424 + 0,047 + 0,168 + 0,153 + 0,062$$

$$q_{evap \text{ Total}} = 17424,430 \text{ kW}$$

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



4.1.1.1.7. Cálculo de la potencia del compresor.

4.1.1.1.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87 \text{ kJ/kg}$$

4.1.1.1.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref} .

$$W_{Ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{Ref} = \frac{17424,430 \text{ kJ/h}}{87 \text{ kJ/kg}}$$

$$W_{Ref} = 200,280 \text{ kg/h}$$

$$W_{Ref} = 0,055 \text{ kg/s}$$

4.1.1.1.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{Ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,055 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 15,053 \text{ CV}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CV} & \times & 0,986 \text{ HP} \\ 15,035 \text{ CV} & \times & X = 14,824 \text{ HP} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ HP} & \times & 0,745 \text{ kW} \\ 14,824 \text{ HP} & \times & X = 11,044 \text{ kW} \end{array}$$

$$\text{Pot} = 11,044 \text{ kW}$$

4.1.1.2. Cuarto climatizado para despiece de pollo.

4.1.1.2.1. Cálculo del calor liberado por el aire.

Tenemos que bajar la temperatura ambiente de 15°C a 8°C.

El cuarto tiene las siguientes dimensiones: largo 8,71 m; ancho: 4,9 m; altura: 3,5m. Pasillo: largo 6,05m; ancho 1; altura: 3,5m.

Datos:

$C_{p_{\text{aire}}}$: 0,995 kJ/kg°C.

t_f : 8 °C a esta temperatura queremos que este el cuarto de despiece.

t_i : 15 °C.

V_{aire} : 170,551 m³.

ρ_{aire} : 1,233 kg/m³.

θ_{ref} : 8 h.

$$m_{\text{aire}} = V \times \rho$$

$$m_{\text{aire}} = 170,551 \times 1,233$$

$$m_{\text{aire}} = 210,289 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{aire}} = m_{\text{aire}} \times C_{p_{\text{aire}}} \times t_i - t_f$$

$$Q_{\text{aire}} = 210,289 \times 0,995 \times 15 - 8$$

$$Q_{\text{aire}} = 1464,669 \text{ kJ}$$



4.1.1.2.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire

$$q_{aire} = \frac{Q_{aire}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{aire} = \frac{1464,669}{8}$$

$$q_{aire} = 183,083 \text{ kW}$$

4.1.1.2.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores:

Datos:

Q: 222 W. Tabla 22.

n: 4.

θ : 8 h.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta_{ref}}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{222 \times 4 \times 8}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 296 \text{ W}$$

$$q_{trabajadores} = 0,296 \text{ kW}$$

4.1.1.2.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes

Pared posterior: esta pared estará formada por las planchas aislantes y estarán en contacto con el cuarto frío para pollos que está a 4 °C por lo que a través de esta pared no habrá flujo de calor.

Pared izquierda: esta pared se encuentra en contacto con el área de faenamiento de pollos donde la temperatura es de 20 °C.



Datos:

A: 500,92 m².

T1: 20 °C → 293,15 K.

T2: 8°C. → 281,15 K.

$$q_{\text{pared izquierda}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}} + \frac{e_{\text{concreto}}}{k_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}}}$$

$$q_{\text{pared izquierda}} = \frac{500,92 \ 293,15 - 281,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,05}{0,81}}$$

$$q_{\text{pared izquierda}} = 47992,754 \ W$$

$$q_{\text{pared izquierda}} = 47,992 \ kW$$

Pared derecha: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto de despiece del cerdo cuya temperatura es de 8 °C por lo que no habrá flujo de calor.

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el pasillo cuya temperatura será la ambiental.

Datos:

A: 8,4 m².

T1: 15 °C → 288,15 K.

T2: 8°C. → 281,15 K.

$$q_{\text{pared frontal}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}} + \frac{e_{\text{concreto}}}{k_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}}}$$

$$q_{\text{pared frontal}} = \frac{8,4 \ 288,15 - 281,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,05}{0,81}}$$

$$q_{\text{pared frontal}} = 469,465 \ W$$



$$q_{pared\ frontal} = 0,469\ kW$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{paredposterior} + q_{paredizquierda} + q_{pareddercha} + q_{paredfrontal}$$

$$q_{Tparedes} = 0 + 47,992 + 0 + 0,469$$

$$q_{Tparedes} = 48,461\ kW$$

4.1.1.2.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

$A: 48,729\ m^2$.

$T_1: 15\ ^\circ C \longrightarrow 288,15\ K$.

$T_2: 8^\circ C. \longrightarrow 281,15\ K$.

$$q_{techo} = \frac{A\ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{techo} = \frac{48,729\ 288,15 - 281,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 197,827$$

$$q_{techo} = 0,197\ kW$$

4.1.1.2.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 220 lux para el pasillo y de 550 lux para el área de despiece.

Cálculo de la cantidad de lámparas para el pasillo

Tomando los valores de la tabla con un área de $6,05\ m^2$ para una lámpara de 40 W tenemos:

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



$$Luminiscencia = \frac{400}{6,05}$$

$$Luminiscencia = 71,074 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1		71,074
X= 3,095 ~ 4		40

Necesitamos 4 lámparas de 40W.

Calculo de la cantidad de lámparas para el cuarto de despiece

Tomando los valores de la tabla con un área de 42,679 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$Luminiscencia = \frac{5000}{42,679}$$

$$Luminiscencia = 117,153 \text{ ux}$$

Lámpara		Lux
1		117,153
X= 4,694 ~ 5		550

Necesitamos 5 lámparas de 300W.

P: 1660 W.

t: 8 h.

t_{Total}: 24 h.

$$q_{Iluminación} = \frac{P \times t}{t_{total}}$$

$$q_{Iluminación} = \frac{1660 \times 8}{24}$$

$$q_{Iluminación} = 553,333 \text{ W}$$

$$q_{Iluminación} = 0,553 \text{ kW}$$



4.1.1.2.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap\ Total} = q_{aire} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap\ Total} = 183,083 + 0,296 + 48,461 + 0,197 + 0,553$$

$$q_{evap\ Total} = 232,590\ kW$$

4.1.1.2.7. Cálculo de la potencia del compresor

4.1.1.2.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1}

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87\ kJ\ kg$$

4.1.1.2.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref} .

$$W_{Ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{Ref} = \frac{232,590\ kJ\ h}{87\ kJ\ kg}$$

$$W_{Ref} = 2,673\ kg/h$$

$$W_{Ref} = 0,00074\ kg/s$$

4.1.1.2.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4\ kg/kg$$



Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{Ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,00074 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 0,202 \text{ CV}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CV} & \times & 0,986 \text{ HP} \\ 0,202 \text{ CV} & \times & X = 0,199 \text{ HP} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ HP} & \times & 0,745 \text{ kW} \\ 0,199 \text{ HP} & \times & X = 0,148 \text{ kW} \end{array}$$

$$Pot = 0,148 \text{ kW}$$

4.1.1.3. Cámara de refrigeración para cerdo.

4.1.1.3.1. Cálculo del calor liberado por las canales.

Datos:

$C_{p\text{canal}}$: 2,594 kJ/kg°C

t_{entrada} : 7 °C a esta temperatura llegan las canales desde el camal.

t_{salida} : 4 °C.

$W_{c/\text{canal}}$: 90 kg.

N_c : 60.

θ_{ref} : 2 h.

$$Q_{\text{evap canales}} = m_{c \text{ media canal}} \times C_{p \text{ media canal}} \times t_{\text{entrada}} - t_{\text{salida}}$$



4.1.1.3.1.1. Cálculo de la masa total de las canales.

$$m = W_{c \text{ canal}} \times N_c$$

$$m = 90 \times 60$$

$$m = 5400 \text{ kg}$$

$$Q_{evap \text{ canales}} = 5400 \times 2,594 \times (7 - 4)$$

$$Q_{evap \text{ canales}} = 42022,800 \text{ kJ}$$

4.1.1.3.1.2. Cálculo del flujo calórico de las canales.

$$q_{evap} = \frac{Q_{evapT}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{evap} = \frac{42022,800}{2}$$

$$q_{evap} = 21011,400 \text{ kW}$$

4.1.1.3.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores.

Datos:

Q: 243 W. Por interpolación de la Tabla 22.

n: 1.

θ : 2 h.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{243 \times 1 \times 2}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 20,250 \text{ W}$$



$$q_{trabajadores} = 0,020 \text{ kW}$$

4.1.1.3.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared estará en contacto con el medio ambiente, formada por concreto y el revestimiento de aislante.

Datos:

$A: 29,680 \text{ m}^2$.

$T_1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K}$.

$T_2: 4 \text{ °C} \longrightarrow 277,15 \text{ K}$.

$$q_{pared \text{ posterior}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = \frac{29,680 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,2}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = 188,954 \text{ W}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = 0,188 \text{ kW}$$

Pared izquierda: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío del pollo cuya temperatura es de 4 °C por lo que no habrá transferencia de calor.

Pared derecha: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío de la res cuya temperatura es de 4 °C por lo que no habrá transferencia de calor.

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el cuarto de despiece de canales de cerdo cuya temperatura es de 8°C.



Datos:

$$A: 29,680 \text{ m}^2.$$

$$T_1: 8^\circ\text{C} \longrightarrow 281,15 \text{ K.}$$

$$T_2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = \frac{29,680 \ 281,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = 68,853 \text{ W}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = 0,068 \text{ kW}$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{pared \text{ posterior}} + q_{pared \text{ izquierda}} + q_{pared \text{ derecha}} + q_{pared \text{ frontal}}$$

$$q_{Tparedes} = 0,188 + 0 + 0 + 0,068$$

$$q_{Tparedes} = 0,256 \text{ kW}$$

4.1.1.3.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

$$A: 63,430 \text{ m}^2.$$

$$T_1: 15^\circ\text{C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T_2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$



$$q_{techo} = \frac{63,430 \cdot 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 404,659 \text{ W}$$

$$q_{techo} = 0,404 \text{ kW}$$

4.1.1.3.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 220 lux.

Cálculo de la cantidad de lámparas:

Tomando los valores de la tabla 25 con un área de 63,430 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$Luminiscencia = \frac{5000}{63,430}$$

$$Luminiscencia = 78,827 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1		78,827
X= 2,791 ~ 3		220

Necesitamos 3 lámparas de 300W.

P: 900 W.

θ: 2 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{Iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{Iluminación} = \frac{900 \times 2}{24}$$

$$q_{Iluminación} = 75 \text{ W}$$



$$q_{Iluminación} = 0,075 \text{ kW}$$

4.1.1.3.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap Total} = q_{canales} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap Total} = 21011,400 + 0,020 + 0,256 + 0,404 + 0,075$$

$$q_{evap Total} = 21012,155 \text{ kW}$$

4.1.1.3.7. Cálculo de la potencia del compresor.

4.1.1.3.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87 \text{ kJ kg}$$

4.1.1.3.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref} .

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{ref} = \frac{21012,155 \text{ kJ h}}{87 \text{ kJ kg}}$$

$$W_{ref} = 241,519 \text{ kg/h}$$

$$W_{ref} = 0,067 \text{ kg/s}$$

4.1.1.3.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4 \text{ kg/kg}$$



Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{Ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,067 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 18,316 \text{ CV}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CV} & & 0,986 \text{ HP} \\ & \times & \\ 18,316 \text{ CV} & & X = 18,059 \text{ HP} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ HP} & & 0,745 \text{ kW} \\ & \times & \\ 21,822 \text{ HP} & & X = 14,022 \text{ kW} \end{array}$$

$$Pot = 14,022 \text{ kW}$$

4.1.1.4. Cuarto climatizado para despiece de cerdo.

4.1.1.4.1. Cálculo del calor liberado por el aire.

Tenemos que bajar la temperatura ambiente de 15°C a 8°C.

El cuarto tiene las siguientes dimensiones: 7,23 m de largo; 8,48 m de ancho y 3,5 m de altura.

Datos:

$C_{p\text{aire}}: 0,995 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$t_f: 8^\circ\text{C}$ a esta temperatura queremos que este el cuarto de despiece.

$t_i: 15^\circ\text{C}.$

$V_{\text{aire}}: 214,586 \text{ m}^3$

$\rho_{\text{aire}}: 1,233 \text{ kg/m}^3$

$\theta_{ref}: 8 \text{ h}$

$$m_{\text{aire}} = V \times \rho$$



$$m_{aire} = 214,586 \times 1,233$$

$$\mathbf{m_{aire} = 264,584 \text{ kg}}$$

$$Q_{aire} = m_{aire} \times Cp_{aire} \ t_i - t_f$$

$$Q_{aire} = 264,584 \times 0,995 \ 15 - 8$$

$$Q_{aire} = 264,584 \times 0,995 \ 15 - 8$$

$$\mathbf{Q_{aire} = 1842,831 \text{ kJ}}$$

4.1.1.4.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire.

$$q_{aire} = \frac{Q_{aire}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{aire} = \frac{1842,831}{8}$$

$$\mathbf{q_{aire} = 230,354 \text{ kW}}$$

4.1.1.4.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores.

Datos:

Q: 222 W. Por interpolación de la Tabla 21.

n: 4.

θ : 8 h.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{222 \times 4 \times 8}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 296 \text{ W}$$

$$\mathbf{q_{trabajadores} = 0,296 \text{ kW}}$$



4.1.1.4.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío del cerdo cuya temperatura es de 4 °C.

Datos:

$A: 29,680 \text{ m}^2$.

$T_1: 4 \text{ °C} \longrightarrow 277,15 \text{ K}$.

$T_2: 8 \text{ °C} \longrightarrow 281,15 \text{ K}$.

$$q_{\text{pared posterior}} = \frac{A (T_1 - T_2)}{\frac{e_{\text{acero}}}{k_{\text{acero}}} + \frac{e_{\text{poliuretano}}}{k_{\text{poliuretano}}} + \frac{e_{\text{acero}}}{k_{\text{acero}}}}$$

$$q_{\text{pared posterior}} = \frac{29,680 (277,15 - 281,15)}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{\text{pared posterior}} = -68,853 \text{ W}$$

$$q_{\text{pared posterior}} = -0,068 \text{ kW}$$

Pared izquierda: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío de despiece de la res cuya temperatura es de 8 °C por lo que no habrá transferencia de calor.

Pared derecha: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío de despiece del pollo cuya temperatura es de 8 °C por lo que no habrá transferencia de calor.

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el pasillo cuya temperatura es de 15 °C.

Datos:

$A: 29,680 \text{ m}^2$.

$T_1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K}$.

$T_2: 8 \text{ °C} \longrightarrow 281,15 \text{ K}$.



$$q_{pared\ frontal} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{ceramica}}{k_{ceramica}} + \frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{ceramica}}{k_{ceramica}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ frontal} = \frac{29,680 \ 288,15 - 281,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,05}{0,81} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ frontal} = 112,333 \ W$$

$$q_{pared\ frontal} = 0,112 \ kW$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{paredposterior} + q_{paredizquierda} + q_{pareddercha} + q_{paredfrontal}$$

$$q_{Tparedes} = -0,068 + 0 + 0 + 0,112$$

$$q_{Tparedes} = 0,044 \ kW$$

4.1.1.4.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

A: 61,310 m².

T₁: 15 °C → 288,15 K.

T₂: 8°C. → 281,15 K.

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{techo} = \frac{61,310 \ 288,15 - 281,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 248,904 \ W$$

$$q_{techo} = 0,248 \ kW$$

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



4.1.1.4.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 550 lux.

Cálculo de la cantidad de lámparas

Tomando los valores de la tabla con un área de 61,310 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$Luminiscencia = \frac{5000}{61,310}$$

$$Luminiscencia = 78,827 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1		78,827
X= 6,977 ~ 7		550

Necesitamos 7 lámparas de 300W.

P: 2700 W.

θ: 8 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{Iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{Iluminación} = \frac{2100 \times 8}{24}$$

$$q_{Iluminación} = 700 \text{ W}$$

$$q_{Iluminación} = 0,700 \text{ kW}$$

4.1.1.4.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap \text{ Total}} = q_{aire} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap \text{ Total}} = 230,354 + 0,296 + 0,044 + 0,248 + 0,700$$

$$q_{evap \text{ Total}} = 231,642 \text{ kW}$$

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



4.1.1.4.6.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87 \text{ kJ/kg}$$

4.1.1.4.6.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{Ref} .

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{ref} = \frac{231,642 \text{ kJ/h}}{87 \text{ kJ/kg}}$$

$$W_{ref} = 2,662 \text{ kg/h}$$

$$W_{ref} = 0,0007 \text{ kg/s}$$

4.1.1.4.6.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,0007 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 0,191 \text{ CV}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CV} & & 0,986 \text{ HP} \\ & \times & \\ 0,191 \text{ CV} & & X = 0,188 \text{ HP} \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ HP} & & 0,745 \text{ kW} \\ & \times & \\ 0,188 \text{ HP} & & X = 0,140 \text{ kW} \end{array}$$

$$\text{Pot} = 0,140 \text{ kW}$$

4.1.1.5. Cámara de refrigeración para res.

4.1.1.5.1. Cálculo del calor liberado por las canales.

Datos:

$C_{p\text{canal}}$: 2,887kJ/kg°C

t_{entrada} : 7 °C a esta temperatura llegan las canales desde el camal.

t_{salida} : 4 °C.

$W_{\text{c/canal}}$: 250 kg.

N_{c} : 20.

θ_{ref} : 2 h.

$$Q_{\text{evap canales}} = m_{\text{canal}} \times C_{p\text{canal}} t_{\text{entrada}} - t_{\text{salida}}$$

4.1.1.5.1.1. Cálculo de la masa total de las canales.

$$m = W_{\text{c canal}} \times N_{\text{c}}$$

$$m = 250 \times 20$$

$$m = 5000 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{evap canales}} = 5000 \times 2,887 \times (7 - 4)$$

$$Q_{\text{evap canales}} = 43305 \text{ kJ}$$

4.1.1.5.1.2. Cálculo del flujo calórico de las canales.

$$q_{\text{evap}} = \frac{Q_{\text{evap}T}}{\theta_{\text{ref}}}$$



$$q_{evap} = \frac{43305}{2}$$

$$q_{evap} = 21652,500 \text{ kW}$$

4.1.1.5.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores.

Datos:

Q: 243 W. Por interpolación de la Tabla 21.

n: 1.

θ : 3,833 h.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{243 \times 1 \times 3,833}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 38,809W$$

$$q_{trabajadores} = 0,038 \text{ KW}$$

4.1.1.5.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared estará en contacto con el medio ambiente, formada por concreto y el revestimiento de aislante.

Datos:

A: 23,24 m².

T1: 15 °C \longrightarrow 288,15 K.

T2: 4°C. \longrightarrow 277,15 K.



$$q_{pared\ posterior} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ posterior} = \frac{23,24 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,2}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ posterior} = 147,954 \ W$$

$$q_{pared\ posterior} = 0,147 \ kW$$

Pared izquierda: esta pared está en contacto exteriormente con el cuarto frío del cerdo cuya temperatura es de 4 °C por lo que no habrá transferencia de calor.

Pared derecha: esta pared se encuentra en contacto con el pasillo donde la temperatura es de 15 °C es decir la temperatura medio-ambiental.

Datos:

A: 26,18 m².

T1: 15 °C → 288,15 K.

T2: 4°C. → 277,15 K.

$$q_{pared\ derecha} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ derecha} = \frac{26,18 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ derecha} = 162,158 \ W$$

$$q_{pared\ derecha} = 0,162 \ kW$$

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el cuarto de despiece de canales de res cuya temperatura es de 8 °C.



Datos:

$$A: 23,68 \text{ m}^2.$$

$$T1: 8^\circ\text{C} \longrightarrow 281,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{pared\ frontal} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ frontal} = \frac{23,68 \ 281,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ frontal} = 54,934 \text{ W}$$

$$q_{pared\ frontal} = 0,054 \text{ kW}$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{paredposterior} + q_{paredizquierda} + q_{pareddercha} + q_{paredfrontal}$$

$$q_{Tparedes} = 0,147 + 0 + 0,162 + 0,059$$

$$q_{Tparedes} = 0,363 \text{ kW}$$

4.1.1.5.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

$$A: 49,667 \text{ m}^2.$$

$$T1: 15^\circ\text{C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$



$$q_{techo} = \frac{49,667 \cdot 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 316,857 \text{ W}$$

$$q_{techo} = 0,316 \text{ kW}$$

4.1.1.5.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 220 lux.

Cálculo de la cantidad de lámparas:

Tomando los valores de la tabla con un área de 49,666 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$\text{Luminiscencia} = \frac{5000}{49,667}$$

$$\text{Luminiscencia} = 100,670 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1	X	100,670
X= 2,185 ~ 3		220

Necesitamos 3 lámparas de 300W.

P: 900 W.

θ: 3,750 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{iluminación} = \frac{900 \times 3,750}{24}$$

$$q_{iluminación} = 140,625 \text{ W}$$

$$q_{iluminación} = 0,140 \text{ kW}$$



4.11.5.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap\ Total} = q_{canales} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap\ Total} = 21652,500 + 0,038 + 0,363 + 0,316 + 0,140$$

$$q_{evap\ Total} = 21653,357\ kW$$

4.1.1.5.7. Cálculo de la potencia del compresor.

4.1.1.5.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87\ kJ\ kg$$

4.1.1.5.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{ref} .

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{ref} = \frac{21653,32\ kJ\ h}{87\ kJ\ kg}$$

$$W_{ref} = 248,888\ kg/h$$

$$W_{ref} = 0,069\ kg/s$$

4.1.1.5.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4\ kg/kg$$



Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,069 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 18,863 \text{ CV}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ CV} & & 0,986 \text{ HP} \\ & \searrow & \nearrow \\ 18,863 \text{ CV} & & X = 18,599 \text{ HP} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ HP} & & 0,745 \text{ kW} \\ & \searrow & \nearrow \\ 18,599 \text{ HP} & & X = 13,856 \text{ kW} \end{array}$$

$$Pot = 13,856 \text{ kW}$$

4.1.1.6. Cuarto climatizado para despiece de res.

4.1.1.6.1. Cálculo del calor liberado por el aire.

Tenemos que bajar la temperatura ambiente de 15°C a 8°C.

El cuarto tiene las siguientes dimensiones: 7,23 m de largo; 6,64 m de ancho y 3,5 m de altura.

Datos:

$C_{p\text{aire}}: 0,995 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$t_f: 8^\circ\text{C}$ a esta temperatura queremos que este el cuarto de despiece.

$t_i: 15^\circ\text{C}$.

$V_{\text{aire}}: 168,025 \text{ m}^3$

$\rho_{\text{aire}}: 1,233 \text{ kg/m}^3$

$\theta_{ref}: 8 \text{ h}$

$$m_{\text{aire}} = V \times \rho$$

$$m_{\text{aire}} = 168,025 \times 1,233$$



$$m_{aire} = 207,175 \text{ kg}$$

$$Q_{aire} = m_{aire} \times C_{p_{aire}} t_i - t_f$$

$$Q_{aire} = 207,175 \times 0,995 \text{ 15} - 8$$

$$Q_{aire} = 1442,972 \text{ kJ}$$

4.1.1.6.1.1. Cálculo del flujo calórico del aire.

$$q_{aire} = \frac{Q_{aire}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{aire} = \frac{1442,974}{8}$$

$$q_{aire} = 180,371 \text{ kW}$$

4.1.1.6.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores: se debe despiezar 10 canales por día. Una persona despieza 3 canales en un día por lo que se necesitarían 4 personas para despiezar las 10 canales las cuales se encuentran en cuartos de canal.

Datos:

Q: 222 W. Tabla 22.

n:4.

θ : 8 h.

θ_{Total} : 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{222 \times 4 \times 8}{24}$$

$$q_{trabajadores} = 296 \text{ W}$$

$$q_{trabajadores} = 0,296 \text{ kW}$$



4.1.1.6.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared estará formada por las planchas aislantes y estarán en contacto con el cuarto frío para pollos que está a 4 °C por lo que a través de esta pared no habrá flujo de calor.

Pared izquierda: esta pared se encuentra en contacto con el cuarto de despiece de cerdos donde la temperatura es de 8 °C por lo que no habrá flujo de calor a través de esta.

Pared derecha: esta pared está en contacto exteriormente con el pasillo de ingreso al área de almacenamiento por lo que su temperatura será de 15°C.

Datos:

$A: 25,305 \text{ m}^2$.

$T_1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K}$.

$T_2: 8\text{°C}. \longrightarrow 281,15 \text{ K}$.

$$q_{\text{pared derecha}} = \frac{A (T_1 - T_2)}{\frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}} + \frac{e_{\text{concreto}}}{k_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{cerámica}}}{k_{\text{cerámica}}}}$$

$$q_{\text{pared derecha}} = \frac{25,305 \cdot 288,15 - 281,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,05}{0,81}}$$

$$q_{\text{pared derecha}} = 1414,263 \text{ W}$$

$$q_{\text{pared derecha}} = 1,414 \text{ kW}$$

Pared frontal: esta pared está en contacto con el contacto con el pasillo cuya temperatura será la ambiental.

Datos:

$A: 10,29 \text{ m}^2$.

$T_1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K}$.

$T_2: 8\text{°C}. \longrightarrow 281,15 \text{ K}$.

Ana Valeria Banegas Orellana;

Lourdes Mikaela Idrovo León.



$$q_{pared\ frontal} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{cerámica}}{k_{cerámica}} + \frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{cerámica}}{k_{cerámica}}}$$

$$q_{pared\ frontal} = \frac{10,29 \ 288,15 - 281,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,05}{0,81}}$$

$$q_{pared\ frontal} = 575,094 \ W$$

$$q_{pared\ frontal} = 0,575 \ kW$$

Cálculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{paredposterior} + q_{paredizquierda} + q_{pareddercha} + q_{paredfrontal}$$

$$q_{Tparedes} = 0 + 0 + 1,414 + 0,575$$

$$q_{Tparedes} = 1,989 \ kW$$

4.1.1.6.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

$A: 46,922 \ m^2$.

$T1: 15 \ ^\circ C \longrightarrow 288,15 \ K$.

$T2: 8^\circ C. \longrightarrow 281,15 \ K$.

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{techo} = \frac{48,729 \ 288,15 - 281,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 197,827 \ W$$

$$q_{techo} = 0,197 \ kW$$



4.1.1.6.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 550 lux.

Cálculo de la cantidad de lámparas para el cuarto de despiece:

Tomando los valores de la Tabla 25 con un área de 46,922 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$Luminiscencia = \frac{5000}{42,679}$$

$$Luminiscencia = 117,153ux$$

Lámpara		Lux
1		117,153
X= 4,694 ~ 5		550

Necesitamos 5 lámparas de 300W.

P: 1660 W.

θ: 8 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{Iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{Iluminación} = \frac{1660 \times 8}{24}$$

$$q_{Iluminación} = 553,333 W$$

$$q_{Iluminación} = 0,553 kW$$

4.1.1.6.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap Total} = q_{aire} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap Total} = 180,371 + 0,296 + 1,989 + 0,197 + 0,553$$

$$q_{evap Total} = 183,406 kW$$



3.1.1.6.7. Cálculo de la potencia del compresor.

4.1.1.6.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87 \frac{kJ}{kg}$$

4.1.1.6.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{ref} .

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{ref} = \frac{183,406 \frac{kJ}{h}}{87 \frac{kJ}{kg}}$$

$$W_{ref} = 2,108 \frac{kg}{h}$$

$$W_{ref} = 0,00058 \frac{kg}{s}$$

4.1.1.6.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4 \frac{kJ}{kg}$$

Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,00058 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 0,158 CV$$



$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ CV} & & 0,986 \text{ HP} \\
 & \searrow & \nearrow \\
 0,158 \text{ CV} & & X = 0,156 \text{ HP}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ HP} & & 0,745 \text{ kW} \\
 & \searrow & \nearrow \\
 0,156 \text{ HP} & & X = 0,116 \text{ kW}
 \end{array}$$

Pot = 0,116 kW

4.1.1.7. Cámara de refrigeración para producto terminado.

4.1.1.7.1. Cálculo del calor liberado por la carne.

4.1.1.7.1.1. Para el pollo:

Datos:

$C_{p_{pollo}}$: 3,3 kJ/kg°C.

$t_{entrada}$: 5,5 °C.

t_{salida} : 4 °C.

m : 3520 kg.

θ_{ref} : 1 h.

$$Q_{evap \text{ canales}} = m_{carne \text{ de cerdo}} \times C_{p_{media \text{ canal}}} t_{entrada} - t_{salida}$$

$$Q_{evap \text{ canales}} = 3520 \times 3,30(5,5 - 4)$$

$$Q_{evap \text{ canales}} = 17424 \text{ kJ}$$

Cálculo del flujo calórico del pollo.

$$q_{evap} = \frac{Q_{evap \text{ pollo}}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{evap} = \frac{17424}{1}$$

$$q_{evap} = 17424 \text{ kW}$$



4.1.1.7.1.2. Para el cerdo:

Datos:

$C_{p\text{canal}}$: 2,594 kJ/kg°C

t_{entrada} : 5,4 °C.

t_{salida} : 4 °C.

m : 1890 kg

θ_{ref} : 1 h.

$$Q_{\text{evap canales}} = m_{\text{carne de cerdo}} \times C_{p\text{media canal}} t_{\text{entrada}} - t_{\text{salida}}$$

$$Q_{\text{evap canales}} = 1890 \times 2,594(5,4 - 4)$$

$$Q_{\text{evap canales}} = 6863,724 \text{ kJ}$$

Cálculo del flujo calórico de las canales.

$$q_{\text{evap}} = \frac{Q_{\text{evap canales}}}{\theta_{\text{ref}}}$$

$$q_{\text{evap}} = \frac{6863,724}{1}$$

$$q_{\text{evap}} = 6863,724 \text{ kW}$$

4.1.1.7.1.3. Para la res:

Datos:

$C_{p\text{canal}}$: 2,887 kJ/kg°C.

t_{entrada} : 4,9 °C.

t_{salida} : 4 °C.

m : 1750 kg.

θ_{ref} : 1 h.



$$Q_{evap\ canales} = m_{carne\ de\ cerdo} \times C_{p\ media\ canal} \ t_{entrada} - t_{salida}$$

$$Q_{evap\ canales} = 1750 \times 2,887(4,9 - 4)$$

$$Q_{evap\ canales} = 4547,025\ kJ$$

Cálculo del flujo calórico de las canales.

$$q_{evap} = \frac{Q_{evap\ canales}}{\theta_{ref}}$$

$$q_{evap} = \frac{4547.025}{1}$$

$$q_{evap} = 4547,025\ kW$$

Cálculo del flujo calórico total de la carne.

$$q_{evap\ total} = q_{evap\ pollo} + q_{evap\ cerdo} + q_{evap\ res}$$

$$q_{evap\ total} = 17424 + 6863,724 + 4547,025$$

$$q_{evap\ total} = 28834,729\ kW$$

4.1.1.7.2. Cálculo del flujo de calor liberado por los trabajadores.

Datos:

Q: 243 W. Por interpolación de la Tabla 22.

n: 2.

θ: 2 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{trabajadores} = \frac{Q \times n \times \theta}{\theta_{Total}}$$

$$q_{trabajadores} = \frac{243 \times 2 \times 2}{24}$$



$$q_{trabajadores} = 40,5 \text{ kW}$$

$$q_{trabajadores} = 0,041 \text{ kW}$$

3.1.1.7.3. Cálculo del flujo de calor a través de las paredes.

Pared posterior: esta pared formada de concreto, cerámica y del aislante está en contacto exteriormente con los baños y un pasillo cuya temperatura es de 15 °C.

Datos:

$$A: 19,180 \text{ m}^2.$$

$$T1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4\text{°C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{ceramica}}{k_{ceramica}} + \frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = \frac{19,180 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,10}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = 118,013 \text{ W}$$

$$q_{pared \text{ posterior}} = 0,118 \text{ kW}$$

Pared izquierda: esta pared formada de concreto, cerámica y del aislante está en contacto exteriormente con el cuarto de almacenamiento de gavetas cuya temperatura es de 15 °C.

Datos:

$$A: 11,620 \text{ m}^2.$$

$$T1: 15 \text{ °C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4\text{°C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$



$$q_{pared\ izquierda} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{ceramica}}{k_{ceramica}} + \frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ izquierda} = \frac{11,620 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,05}{0,81} + \frac{0,1}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ izquierda} = 71,497 \ W$$

$$q_{pared\ izquierda} = \mathbf{0,071 \ kW}$$

Pared derecha: esta pared formada de concreto, cerámica y del aislante está en contacto exteriormente con el pasillo cuya temperatura es de 15 °C.

Datos:

A: 11,620 m².

T1: 15 °C → 288,15 K.

T2: 4°C. → 277,15 K.

$$q_{pared\ derecha} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{concreto}}{k_{concreto}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared\ derecha} = \frac{11,620 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,1}{55,8} + \frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared\ derecha} = 74,054 \ W$$

$$q_{pared\ derecha} = \mathbf{0,074 \ kW}$$

Pared frontal: esta pared está en contacto con el pasillo cuya temperatura es de 15 °C.



Datos:

$$A: 19,180 \text{ m}^2.$$

$$T1: 15^\circ\text{C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = \frac{19,180 \ 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = 122,361 \text{ W}$$

$$q_{pared \text{ frontal}} = 0,122 \text{ kW}$$

Calculo del flujo de calor total a través de las paredes:

$$q_{Tparedes} = q_{pared \text{ posterior}} + q_{pared \text{ izquierda}} + q_{pared \text{ derecha}} + q_{pared \text{ frontal}}$$

$$q_{Tparedes} = 0,118 + 0,071 + 0,074 + 0,122$$

$$q_{Tparedes} = 0,385 \text{ kW}$$

4.1.1.7.4. Cálculo del flujo de calor a través del techo: también irá recubierto interiormente con los mismos paneles que las paredes.

Datos:

$$A: 18,193 \text{ m}^2.$$

$$T1: 15^\circ\text{C} \longrightarrow 288,15 \text{ K.}$$

$$T2: 4^\circ\text{C.} \longrightarrow 277,15 \text{ K.}$$

$$q_{techo} = \frac{A \ T_1 - T_2}{\frac{e_{acero}}{k_{acero}} + \frac{e_{poliuretano}}{k_{poliuretano}} + \frac{e_{acero}}{k_{acero}}}$$



$$q_{techo} = \frac{18,193 \cdot 288,15 - 277,15}{\frac{0,003}{58} + \frac{0,05}{0,029} + \frac{0,003}{58}}$$

$$q_{techo} = 116,064 \text{ W}$$

$$q_{techo} = 0,116 \text{ kW}$$

4.1.1.7.5. Cálculo del flujo de calor generado por la iluminación: para el tipo de actividad que se realiza en este cuarto se recomienda una iluminación de 220 lux.

Calculo de la cantidad de lámparas

Tomando los valores de la Tabla 25 con un área de 18,193 m² para una lámpara de 300W tenemos:

$$Luminiscencia = \frac{5000}{18,193}$$

$$Luminiscencia = 274,831 \text{ lux}$$

Lámpara		Lux
1		274,831
X= 0,800 ~ 1		220

Necesitamos 1 lámparas de 300W.

P: 300 W.

θ: 2 h.

θ_{Total}: 24 h.

$$q_{iluminación} = \frac{P \times \theta}{\theta_{total}}$$

$$q_{iluminación} = \frac{300 \times 2}{24}$$

$$q_{iluminación} = 25 \text{ W}$$

$$q_{iluminación} = 0,025 \text{ kW}$$



4.1.1.7.6. Cálculo del flujo de calor total de evaporación:

$$q_{evap\ Total} = q_{carne} + q_{trabajadores} + q_{paredes} + q_{techo} + q_{iluminacion}$$

$$q_{evap\ Total} = 28834,749 + 0,041 + 0,385 + 0,116 + 0,025$$

$$q_{evap\ Total} = 28835,316\ kW$$

4.1.1.7.7. Cálculo de la potencia del compresor.

4.1.1.7.7.1. Cálculo del calor en el evaporador Q_{5-1} .

$$Q_{5-1} = h_1 - h_5$$

$$Q_{5-1} = 254 - 167$$

$$Q_{5-1} = 87\ \frac{kJ}{kg}$$

4.1.1.7.7.2. Cálculo de caudal másico del refrigerante W_{ref} .

$$W_{ref} = \frac{q_{evap}}{Q_{5-1}}$$

$$W_{ref} = \frac{28835,316\ \frac{kJ}{h}}{87\ \frac{kJ}{kg}}$$

$$W_{ref} = 331,440\ kg/h$$

$$W_{ref} = 0,092\ kg/s$$

4.1.1.7.7.3. Cálculo del trabajo del compresor W_{1-2} .

$$W_{1-2} = J(h_2 - h_1)$$

$$W_{1-2} = 427,15(290 - 254)$$

$$W_{1-2} = 15377,4\ kg/kg$$



Cálculo de la potencia del compresor:

$$Pot = \frac{W_{Ref} \times W_{1-2}}{75 \times \eta_{compresor}}$$

$$Pot = \frac{0,092 \times 15377,4}{75 \times 0,75}$$

$$Pot = 25,150 CV$$

$$\begin{array}{ccc} 1 CV & \times & 0,986 HP \\ 25,150 CV & \times & X = 24,798 HP \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1 HP & \times & 0,745 kW \\ 24,798 HP & \times & X = 18,474 kW \end{array}$$

$$Pot = 18,474 kW$$

Tabla 26. Potencias del compresor para los distintos cuartos.

Cuarto	Potencia del compresor kW	Potencia del compresor HP
Cámara de refrigeración para pollo	11,044	14,824
Cuarto climatizado para Despiece del pollo	0,148	0,199
Cámara de refrigeración para cerdo	14,022	18,059
Cuarto climatizado para Despiece de cerdo	0,140	0,188
Cámara de refrigeración para res	13,856	18,599
Cuarto climatizado para Despiece de res	0,116	0,156
Cámara de refrigeración para producto terminado	18,474	24,798



4.1.1.8. Cálculo del efecto frigorífico.

$$\epsilon = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1}$$

$$\epsilon = \frac{254 \text{ kcal kg} - 167 \text{ kcal kg}}{290 \text{ kcal kg} - 254 \text{ kcal kg}}$$

$$\epsilon = 2,417$$

Costo económico: La inversión total que requiere esta propuesta es de \$ 252411,62 la cual se detalla a continuación:

Tabla 27. Costo económico de los equipos.

Equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Mesa	4	600	2400
Sierra de cinta	1	7083,53	7083,53
TOTAL			9483,53

Fuente:

- http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402071368-mesa-de-trabajo-de-acero-inoxidable-desde-600-_JM
- http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-407508590-sierra-para-carne-2-hp-equipos-y-maquinas-carniceria-_JM

Tabla 28. Costo económico de las herramientas.

Herramientas	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Cuchillo deshuesador	12	13,15	157,8
Cuchillo carnicero	8	32,71	261,68
Cuchillo picador	8	37,31	298,48
Chaira	1	26,89	26,89
Ganchos	8	3,56	28,48
Gavetas	184	19,99	3678,16
Base con ruedas	20	100,83	2016,6
TOTAL			6468,09



Fuente:

- <http://www.maquinariareciclaje.com/30003-Base-Rodante-4-ruedas-giratorias-para-Cubetas-600x400-y-400x300-mm>
- <http://www.aceros-de-hispania.com/cuchillos-cocina-3claveles/cuchillo-rojo.asp?producto=cuchillo-carnicero-rojo>
- <http://www.aceros-de-hispania.com/cuchillos-cocina-3claveles/gancho-cocina-carnicero.asp?producto=gancho-carnicero-00850>
- <http://www.aceros-de-hispania.com/navaja-martinez-albainox/214cuchillo-profesional-deshuesador.asp?producto=martinez-albainox-17176>
- <http://www.aceros-de-hispania.com/navajas-wenger/cuchillo-tajadas-2033031000.asp?producto=cuchillo-2033031000>
- http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-402096094-ganga-venta-de-garage-gavetas-plasticas-para-almacenamiento-_JM
- <http://www.aceros-de-hispania.com/infer.asp?ac=24&sg=chairas&trabajo=listar&pa=chairas>

Tabla 29. Costo económico de las herramientas de seguridad.

Herramientas de seguridad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Casco	2	10	20
Guante de acero	8	210	1680
TOTAL			1700

Fuente:

- http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-403487626-guante-en-acero-totalmente-en-acero-inox-aleman-_JM
- <http://listado.mercadolibre.com.ec/industrias-y-oficinas-otros/cascos-de-seguridad>



Tabla 30. Costo económico aproximado de la construcción de la nave industrial y el sistema de refrigeración.

Otros	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Construcción de la nave industrial (aprox.)	1	210000	210000
Sistema de refrigeración (Compresor COPELAND serie DISCUS D4DH-250X)	5	4952	24760
TOTAL			234760

Fuente:

- <http://www.frigopack.com/FichaArticulo~x~Compresor-SemiHermetico-COPELAND-D4SL150X-de-15CV~IDArticulo~1616~IDDetalleCatalogo~45711.html>
- Gallegos G. (2013) [Comunicación personal] 20 de mayo de 2013.
- MAFRICO S.A.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- La ubicación de las cámaras de refrigeración y los cuartos climatizados de despiece garantizan una mejor movilidad dentro de la planta evitando los congestionamientos que retardarían el proceso de categorización de las carnes afectando así su calidad al perder la cadena de frío.
- El diseño de las cámaras de refrigeración y materiales propuestos para estas marcan un referente de como una planta de este tipo puede cumplir con una condición esencial en el procesamiento de carnes asegurando las condiciones óptimas de temperatura.
- La propuesta de ropa de trabajo equipos y herramientas adecuadas para que los operarios mejoren significativamente sus condiciones laborales y también mejorar la imagen a la empresa.
- El centro de Acopio Coopera Ltda., con esta propuesta incrementara significativamente la cantidad y calidad de los derivados de la carne para abastecer la demanda actual.
- El costo de implementación es de \$ 234760 la cual es significativa, pero que podrá recuperarse ya que se procesara una mayor cantidad de carne y al no perder la cadena de frio los productos extenderán su vida y las devoluciones serán mínimas o no existirán.

RECOMENDACIONES:

- Profundizar en la revisión de normas o reglamentos ecuatorianos para este tipo de industria.
- Uso apropiado de los diferentes cuartos según su fin designado para evitar la contaminación cruzada
- Uso adecuado de herramientas y equipos para prolongar su vida útil así como su limpieza y mantenimiento continuo.
- Cuidado y lavado de la ropa de trabajo que se lo deberá realizar dentro de la empresa.
- Si esta propuesta quisiera llevarse a cabo recomendamos que se realice en un lugar propio ya que la inversión es significativa.



BIBLIOGRAFÍA:

Anatomía del pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
<http://www.slideshare.net/mainzaragoza/anatomia-del-pollo>

ASDRUBALI, Mario; STRADELLI, Alberto, Los mataderos, Acribia, España, 1977.

Calidad y cortes de la canal bovina para el mercado Interno y exigencias internacionales. Consultado el 16 de enero de 2013, página web:
http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10632.pdf

COLLIN, Daniel, La carne y el frio, Paraninfo, España, 1969.

Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 2905 de 2007*

Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 4287 de 2007*

Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 4282 de 2007*

Cortes de carne de pollo, consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
http://www.deperu.com/datos_utiles/cortes-carne-pollo.php

Despiece del Cerdo. Consultado el 21 de Febrero de 2013, página web:
<http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

Despiece del Cerdo Ibérico. Consultado el 20 de Febrero de 2013, página web:
<http://static.domestika.com/35202/files/20110318125111-despiece-del-cerdo-iberico.pdf>

Despiece y utilización del porcino. Consultado el 20 de Febrero de 2013, página web:
<http://www.hogarutil.com/cocina/escuela-cocina/tecnicas/200810/despiece-utilizacion-porcino-5920.html>



Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1985-04). Carne y productos cárnicos, Carne vacuna, Descripción de cortes con hueso. INEN 772.

Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1985-04). Carne y productos cárnicos, Carne vacuna, Descripción de cortes sin hueso. INEN 773.

Fenómenos de transporte. Consultado el 26 de noviembre de 2012, página web: http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-152.htm

Ficha técnica R404 A. Consultado el 12 de diciembre de 2012, página web: <http://www.gas-servei.com/docs/tecnicas/ref/R404A.pdf>

Funciones de un compresor de refrigeración. Consultado el 03 de enero de 2013, página web: http://www.ehowenespanol.com/funciones-compresor-refrigeracion-sobre_52230/

Los cortes de pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web: <http://www.lacocinadeinma.com/2010/09/06/los-cortes-del-pollo-chicken-cuts/>

Máquinas y equipos frigoríficos. Consultado el 01 de enero de 2013, página web: <http://es.scribd.com/doc/71673134/15/Evaporador-Definicion-y-funcion>

Pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web: <http://alimentos.cc/pollo>

Pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web: <http://www.cocinasemana.com/ingredientes/articulo/cuales-cortes-ideales-para-pollo/26023>

Pollo como trocearlo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web: <http://apiciusysuslibros.blogspot.com/2006/07/pollo-como-trocearlo.html>

PONTÓN, Angeles, Reingeniería del Camal Municipal de Machala, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador (2006).

WEINLING, H., Gutmacher (Ed.), Tecnología práctica de la carne, Acribia, España (1973).



REFERENCIAS:

1. Universidad Nacional Experimental del Táchira, (2005)
<http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/index.html>
2. Máquinas y equipos frigoríficos. Consultado el 01 de enero de 2013, página web: <http://es.scribd.com/doc/71673134/15/Evaporador-Definicion-y-funcion>.
3. Máquinas y equipos frigoríficos, (p.326).
<http://www.fpdistancia.net/distapdf/01-05-00-00.pdf>
4. Funciones de un compresor de refrigeración. Consultado el 03 de enero de 2013, página web: http://www.ehowenespanol.com/funciones-compresor-refrigeracion-sobre_52230/
5. Ficha técnica R404 A. Consultado el 12 de diciembre de 2012, página web: <http://www.gas-servei.com/docs/tecnicas/ref/R404A.pdf>
6. Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 2905 de 2007* (pp. 3-8). Bogotá.
http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/FEDEGAN/NORMAS/NORMAS_CARNICAS/RESOLUCION_2905_2007.PDF
7. Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 2905 de 2007* (p. 20). Bogotá
http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/FEDEGAN/NORMAS/NORMAS_CARNICAS/RESOLUCION_2905_2007.PDF
8. Colombia. Ministerio de la protección social. (2007). *Resolución número 2905 de 2007* (p. 22). Bogotá.
http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/FEDEGAN/NORMAS/NORMAS_CARNICAS/RESOLUCION_2905_2007.PDF
9. WEINLING, H., Gutmacher (Ed.), Tecnología práctica de la carne, Acribia, España (1973).
10. Productos en Tendencia. (1994) [CD-ROM] Alemania.
11. Anatomía del pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web: <http://www.slideshare.net/mainzaragoza/anatomia-del-pollo>



Cortes de carne de pollo, consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
http://www.deperu.com/datos_utiles/cortes-carne-pollo.php

Los cortes de pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
<http://www.lacocinadeinma.com/2010/09/06/los-cortes-del-pollo-chicken-cuts/>

Pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
<http://alimentos.cc/pollo>

Pollo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
<http://www.cocinasemana.com/ingredientes/articulo/cuales-cortes-ideales-para-pollo/26023>

Pollo como trocearlo. Consultado el 25 de febrero de 2013, página web:
<http://apiciusysuslibros.blogspot.com/2006/07/pollo-como-trocearlo.html>

12. Despiece del Cerdo. Consultado el 21 de Febrero de 2013, página web:
<http://roge24.blogspot.com/2012/10/despiece-del-cerdo.html>

Despiece del Cerdo Ibérico. Consultado el 20 de Febrero de 2013, página web:
<http://static.domestika.com/35202/files/20110318125111-despiece-del-cerdo-iberico.pdf>

Despiece y utilización del porcino. Consultado el 20 de Febrero de 2013, página web:
<http://www.hogarutil.com/cocina/escuela-cocina/tecnicas/200810/despiece-utilizacion-porcino-5920.html>

13. Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1985-04). Carne y productos cárnicos, Carne vacuna, Descripción de cortes con hueso. INEN 772.

14. Calidad y cortes de la canal bovina para el mercado Interno y exigencias internacionales. Consultado el 16 de enero de 2013, página web:
http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10632.pdf

15. Galarza, 2011, (p. 18).
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2633/1/CD-3317.pdf>



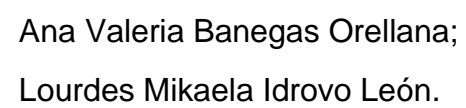
Universidad de Cuenca

16. Alvares P. (2012) [Comunicación personal] 14 de diciembre de 2012.
17. Notas de Ingeniería de Vapor, 8^{vo} ciclo Ingeniería Química.
18. PONTÓN, Angeles, Reingeniería del Camal Municipal de Machala, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador (2006).



Universidad de Cuenca

ANEXOS



ANEXO 2. FICHA TÉCNICA R404 A.



FICHA TECNICA R-404 A

Características y aplicaciones

El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R-125, R-143a y R-134a. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas. El R-404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,7°C. Su clasificación es A1 grupo L1.

Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas.

También existe la posibilidad de reconvertir una instalación de R-502 a R-404A, eliminando el 95% del aceite mineral o alquilbencénico original, por un aceite polioléster. Es necesario cambiar el filtro secador (recomendable tamiz molecular XH9 y XH7), la válvula de expansión por una de R-404A, y sobredimensionar el condensador.

El R-404A es una mezcla de refrigerantes a base de HFC, los cuales no son compatibles con los lubricantes tradicionales que trabajaban con R-502. El único lubricante idóneo para utilizar con el R404A es el aceite polioléster(POE).

Toxicidad y almacenamiento:

El R-404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas, TWA). Los envases del R-404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.

gas-servei,s.a.

euorefrigerants®

Componentes

Nombre químico	% en peso	Nº . CE
1,1,1,2- Tetrafluoroetano (R-134a)	4	212-377-0
Pentafluoroetano (R-125)	44	206-557-8
1,1,1-Trifluoroetano (R-143a)	52	206-996-5

Propiedades físicas:

PROPIEDADES FISICAS		R-404 A
Peso molecular	(g/mol)	97.61
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45
Desluzamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7
Temperatura crítica	(°C)	72.07
Presión crítica	(bar abs)	37.31
Densidad crítica	(Kg/m³)	484
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m³)	1048
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m³)	1236
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m³)	5.41
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(KJ/Kg)	200
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	1.64
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	0.88
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno
Toxicidad (ABL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
GWP	-	3780

Comparativa de rendimientos entre el R-404A y el R-502:

Las propiedades termodinámicas del R-404A son muy similares a las del R-502, esto queda evidenciado en el siguiente ejemplo:

Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial.

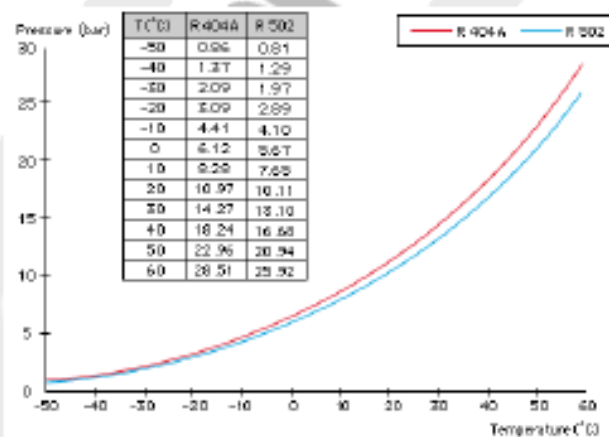
1. Temperatura a la entrada del Evaporador: -25°C
2. Temperatura a la entrada del Condensador: 45°C
3. Subenfriamiento: 5°C
4. Sobrecalentamiento: 45°C
5. Coeficiente de Compresión Isoentrópica

gas-servei,s.a.

euorefrigerants®

Ejemplo de un ciclo de refrigeración comercial	R-404A	R-502
Presión de evaporación (bar)	2.54	2.4
Presión de condensación (bar)	20.36	18.72
Trabajo de compresión	8	7.8
Temperatura de descarga (°C)	95	102
COP	1.8	1.9
Capacidad neta de refrigeración (KJ/Kg)	97	95
Capacidad volumétrica de refriger. (KJ/Kg)	1027	1039
Temperatura deslizamiento (evap.) (°C)	0.5	0
Temperatura deslizamiento (cond.) (°C)	0.3	0

Gráfica comparativa temperatura/presión del R-502– R-404A:





TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m ³)		ENTALPIA (kJ/Kg)		ENTROPIA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-50	0.85	0.82	1319.99	4.49	135.68	337.63	0.8120	1.7191
-45	1.09	1.05	1304.99	5.64	141.64	340.80	0.8384	1.7131
-40	1.36	1.32	1289.70	7.01	147.68	343.95	0.8644	1.7079
-35	1.70	1.65	1274.09	8.62	153.79	347.07	0.8902	1.7034
-30	2.09	2.04	1258.12	10.52	159.97	350.15	0.9158	1.6993
-25	2.55	2.49	1241.76	12.73	166.24	353.18	0.9412	1.6958
-20	3.08	3.01	1224.97	15.30	172.60	356.16	0.9664	1.6926
-15	3.70	3.62	1207.70	18.25	179.04	359.07	0.9914	1.6898
-10	4.40	4.32	1189.90	21.66	185.57	361.90	1.0162	1.6873
-5	5.20	5.11	1171.52	25.55	192.20	364.65	1.0409	1.6849
0	6.11	6.01	1152.51	30.00	198.92	367.31	1.0655	1.6827
5	7.13	7.03	1132.78	35.07	205.76	369.86	1.0899	1.6806
10	8.28	8.16	1112.27	40.38	212.70	372.28	1.1143	1.6765
15	9.55	9.43	1090.89	47.38	219.77	374.57	1.1387	1.6743
20	10.97	10.84	1068.53	54.82	226.97	376.71	1.1630	1.6720
25	12.54	12.40	1045.08	63.28	234.32	378.68	1.1873	1.6695
30	14.25	14.12	1020.38	72.89	241.82	380.47	1.2117	1.6667
35	16.16	16.01	994.26	83.86	249.50	382.03	1.2362	1.6636
40	18.23	18.08	966.50	96.39	257.39	383.35	1.2609	1.6611
45	20.49	20.34	936.81	110.80	265.51	384.38	1.2859	1.6595
50	22.95	22.80	904.81	127.46	273.91	385.08	1.3113	1.6556

gas-servei,s.a.

euorefrigerants®

Diagrama de Mollier:

